

TUGAS AKHIR - RG 141536

**ANALISA KONDISI EKOSISTEM MANGROVE
MENGUNAKAN DATA CITRA SATELIT
MULTITEMPORAL DAN MULTILEVEL
(Studi Kasus: Pesisir Utara Surabaya)**

DENI RATNASARI
NRP 3513 100 040

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS

Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR - RG 141536

**ANALISA KONDISI EKOSISTEM MANGROVE
MENGUNAKAN DATA CITRA SATELIT
MULTITEMPORAL DAN MULTILEVEL
(Studi Kasus: Pesisir Utara Surabaya)**

Deni Ratnasari
NRP 3513 100 040

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL ASSIGNMENT - RG 141536

**ANALYSIS OF MANGROVE ECOSYSTEM
CONDITIONS USING MULTITEMPORAL AND
MULTILEVEL REMOTE SENSING DATA
(Case Study: Coastal Area of North Surabaya)**

Deni Ratnasari
NRP 3513 100 040

Supervisor
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS

GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2017

**ANALISA KONDISI EKOSISTEM MANGROVE
MENGUNAKAN DATA CITRA SATELIT
MULTITEMPORAL DAN MULTILEVEL
(Studi Kasus: Pesisir Utara Surabaya)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

DENI RATNASARI
NRP. 3513 100 040

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Prof.Dr.Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS
NIP.1953 0527 1983 03 1001



**ANALISA KONDISI EKOSISTEM MANGROVE
MENGUNAKAN DATA CITRA SATELIT
MULTITEMPORAL DAN MULTILEVEL
(Studi Kasus: Pesisir Utara Surabaya)**

Nama Mahasiswa : Deni Ratnasari
NRP : 3513 100 040
Departemen : Teknik Geomatika FTSP – ITS
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo
DEA, DESS

ABSTRAK

Wilayah pesisir Kota Surabaya secara umum dapat dikelompokkan menjadi kawasan pesisir utara dan timur. Seiring berkembangnya waktu, kawasan pesisir Utara Surabaya telah mengalami dinamika perubahan yang cukup pesat. Adanya pembangunan seperti pelabuhan, kawasan industri, pergudangan dan tambak menjadikan aktivitas pertumbuhan mangrove terganggu oleh pencemaran lingkungan. Ekosistem mangrove adalah salah satu obyek yang bisa diidentifikasi dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit Landsat 8 tahun 2013, 2014, 2015, dan 2016, citra satelit resolusi tinggi Spot 6 tahun 2016 serta data citra satelit resolusi sangat tinggi Pleiades 1A tahun 2015. Algoritma yang digunakan adalah indeks vegetasi NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) untuk mengetahui tingkat kehijauan suatu jenis mangrove.

*Berdasarkan hasil penelitian, citra Pleiades 1A dengan skala 1:5.000 didapatkan jenis mangrove yang didominasi oleh *Rhizophora sp.* dengan luas 16,23 Ha, untuk citra SPOT 6 2016 dengan skala 1:5.000 didapatkan jenis mangrove yang didominasi oleh *Rhizophora sp.* dengan luas 10,41 Ha. Sedangkan untuk citra Landsat 8 dengan skala 1:25.000 didapatkan kelas vegetasi mangrove yang didominasi kelas Rapat seluas 54,92 Ha. Penggunaan NDVI pada citra Pleiades 1A*

paling optimal untuk analisa jenis ekosistem mangrove dengan nilai korelasi (R) sebesar 0,87 hasil korelasi apabila ditinjau dari tingkat hubungan korelasi, menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara citra dan foto. Sedangkan parameter yang paling berpengaruh terhadap vegetasi mangrove adalah parameter Salinitas dengan nilai korelasi (R) sebesar 0,86 yang menunjukkan hubungan yang sangat kuat.

Kata kunci— korelasi, NDVI,mangrove,penginderaan jauh

**ANALYSIS OF MANGROVE ECOSYSTEM CONDITIONS
USING MULTITEMPORAL AND MULTILEVEL
REMOTE SENSING DATA
(Case Study: Coastal Area of North Surabaya)**

Name : Deni Ratnasari
NRP : 3513 100 040
Department : Geomatics Engineering FTSP – ITS
Supervisor : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo
DEA, DESS

ABSTRACT

Coastal area of Surabaya City generally can be grouped into the north and east coastal areas. Along the development of time the coastal of North Surabaya has experienced the dynamics of rapid changes. Existence of development such as port, industrial area, warehouse and pond make mangrove growth activity disturbed by environmental pollution. Mangrove ecosystem is one of the objects that can be identified using remote sensing technology.

The data used in this study is Landsat 8 satellite imagery in 2013, 2014, 2015, and 2016, high resolution satellite images of Spot 6 2016 and satellite image data of very high resolution Pleiades 1A 2015. The algorithm used is NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) vegetation index to determine the greenness a Type of mangroves.

Based on the result of the research, satellite images Pleiades 1A with a scale of 1: 5.000 results of mangrove species dominated by Rhizophora sp. With an area of 16,23 Ha. For SPOT 6 2016 satellite images with a scale of 1: 5.000 results of mangrove species dominated by Rhizophora sp. With an area of 10.41 Ha. While for satellite images Landsat 8 with scale 1: 25.000 got mangrove vegetation class which dominated class of Meeting area 54,92 Ha. The use of NDVI in Pleiades 1A image optimal for the analysis of mangrove ecosystem type with

correlation value (R) of 0,87 correlation results when viewed from the correlation relationship level, indicating a very strong relationship between image and photo. while the most influential parameter to mangrove vegetation is Salinity parameter with correlation value (R) of 0,86 which shows a very strong relationship.

Keywords: Correlation, NDVI, Mangrove, Remote Sensing

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat diberi kelancaran dalam menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Analisa Kondisi Ekosistem Mangrove Menggunakan Data Citra Satelit Multitemporal dan Multilevel”** studi kasus di pesisir Utara Surabaya.

Tugas Akhir ini tidak akan pernah terwujud tanpa dukungan, saran, dan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Kedua orang tua penulis, serta kakak penulis atas doa, dukungan, dan motivasi yang senantiasa diberikan kepada penulis.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA.,DESS selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan dukungan, arahan, dan bimbingan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ibu Dosen Teknik Geomatika atas bimbingan, ilmu yang diajarkan selama ini dan Bapak Ibu Tata Usaha, serta seluruh staff dan karyawan Teknik Geomatika yang telah membantu kelancaran proses akademis.
4. Sahabat dan teman-teman Teknik Geomatika ITS 2013 atas bantuan, semangat dan motivasinya.
5. Dan seluruh pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih mempunyai kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca bagi kesempurnaan penelitian selanjutnya. Harapan penulis agar tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Trima kasih

Surabaya, Juni 2017

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
ABSTRACK.....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Ekosistem Mangrove	5
2.2 Pantai Utara Surabaya	8
2.3 Penginderaan jauh	10
2.4 Pengolahan Citra Digital	11
2.4.2 Koreksi Geometrik	11
2.4.3 Koreksi Radiometrik	13
2.4.4 Klasifikasi Citra.....	13

2.5	Landsat 8	14
2.6	SPOT 6	15
2.7	Pleiades 1A.....	17
2.9	Analisa Korelasi	19
2.10	Penelitian Terdahulu.....	20
BAB III.....		21
METODOLOGI		21
3.1	Lokasi Penelitian	21
3.2	Data dan Peralatan.....	21
3.2.1	Data	21
3.2.2	Peralatan	22
3.3	Metodologi Penelitian	22
3.3.1	Tahap Pelaksanaan	22
3.3.2	Tahap Pengolahan	25
BAB IV		31
HASIL DAN ANALISA		31
4.1	Data Citra	31
4.2	Penajaman Citra (Pansharpening)	33
4.3	Pemotongan Citra	34
4.4	Pembuatan Desain Jaring Titik Kontrol	34
4.5	Perhitungan SOF	35
4.6	Hasil Pengukuran Lapangan.....	36
4.6.1	Hasil Pengukuran <i>Ground Control Point</i> (GCP).....	36
4.7	Koreksi Geometrik	37
4.8	Uji Ketelitian Geometrik	40

4.9 Koreksi Radiometrik	41
4.10 Perhitungan Algoritma NDVI dan Klasifikasi Mangrove	45
4.11 Hubungan Korelasi NDVI Citra dengan Spektral Ground di Lapangan	50
4.12 Hubungan Korelasi NDVI Citra dengan Sampel Parameter	54
4.13 Jenis Ekosistem Mangrove dan Karakteristiknya.....	58
BAB V	60
KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA.....	63

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Zonasi Hutan Mangrove	7
Gambar 3.1 Lokasi penelitian	21
Gambar 3.2 Diagram Alir Pelaksanaan	23
Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan	26
Gambar 4.1 Metadata Pleiades 1A	31
Gambar 4.2 Raw Data Pleiades 1A	31
Gambar 4.3 Metadata Landsat-8 tahun 2013	32
Gambar 4.4 Metadata Landsat-8 tahun 2014	32
Gambar 4.5 Metadata Landsat-8 tahun 2015	32
Gambar 4.6 Metadata Landsat-8 tahun 2016	32
Gambar 4.7 Raw data Landsat-8	33
Gambar 4.8 Citra Pleiades multispektral (A), pankromatik (B) dan hasil pansharpening (C)	33
Gambar 4.9 Hasil pemotongan citra Pleiades 1A	34
Gambar 4.10 Hasil pemotongan citra Landsat-8	34
Gambar 4.11 Desain jaring titik kontrol tanah citra Pleiades 1A	35
Gambar 4.12 Desain jaring titik kontrol tanah citra Landsat 8 ...	35
Gambar 4.13 Nilai Digital Number Citra Pleiades 1A	42
Gambar 4.14 Nilai reflektan Citra Pleiades 1A	42
Gambar 4.15 Nilai Reflektan Citra Landsat 8 2013	44
Gambar 4.16 Nilai Reflektan Citra Landsat 8 2014	44
Gambar 4.17 Nilai Reflektan Citra Landsat 8 2015	44
Gambar 4.18 Nilai Reflektan Citra Landsat 8 2016	45
Gambar 4.19 Hasil Klasifikasi Jenis Ekosistem Mangrove berdasarkan nilai NDVI citra Pleiades 1A	46
Gambar 4.20 Hasil Klasifikasi Kerapatan Mangrove berdasarkan nilai NDVI citra landsat 8	46
Gambar 4.21 Hasil Luas Vegetasi Mangrove	47

Gambar 4.22 Peta Jenis Ekosistem mangrove Tahun 2015.....	48
Gambar 4.23 Peta Kerapatan Kondisi Ekosistem mangrove Tahun 2015.....	48
Gambar 4.24 Sampel Spektral Ground menggunakan kamera UAV	50
Gambar 4.25 Hasil Korelasi NDVI citra Pleiades 1A dengan Foto	51
Gambar 4.26 Hasil Korelasi NDVI citra Spot 6 dengan Foto	52
Gambar 4.27 Hasil Korelasi NDVI citra Landsat 8 dengan Foto	52
Gambar 4.28 Grafik hubungan NDVI dengan pH tanah.....	55
Gambar 4.29 Grafik hubungan NDVI dengan Nitrat	55
Gambar 4.30 Grafik hubungan NDVI dengan Fosfor	55
Gambar 4.31 Grafik hubungan NDVI dengan Kalium	56
Gambar 4.32 Grafik hubungan NDVI dengan pH air	57
Gambar 4.33 Grafik hubungan NDVI dengan Salinitas air	57
Gambar 4.34 Grafik hubungan NDVI dengan TSS.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter - parameter Orbit Saatelit LDCM (Landsat-8).....	15
Tabel 2.2 Spesifikasi kanal - kanal spektral sensor pencitra LDCM (Landsat-8).....	15
Tabel 2.3 Spesifikasi Citra SPOT 6.....	16
Tabel 2.4 Karakteristik Pleiades-1A.....	17
Tabel 2.5 Kisaran tingkat kerapatan Indeks Vegetasi	19
Tabel 2.6 Interpretasi Koefisien Korelasi.....	20
Tabel 4.1 Koreksi Koordinat SRGI BIG	37
Tabel 4.2 Data Koordinat GCP dari SRGI.....	37
Tabel 4.3 Data Pengukuran Independent Check Point (ICP)	37
Tabel 4.4 Nilai Total RMSE Landsat 8 tahun 2013	38
Tabel 4.5 Nilai Total RMSE Landsat 8 tahun 2014	38
Tabel 4.6 Nilai Total RMSE Landsat 8 tahun 2015	38
Tabel 4.7 Nilai Total RMSE Landsat 8 tahun 2016	39
Tabel 4.8 Nilai Total RMSE Pleiades 1A tahun 2015.....	39
Tabel 4.9 Nilai Total RMSE SPOT 6 tahun 2016.....	39
Tabel 4.10 Hasil Uji Ketelitian Geometrik Citra Satelit Pleiades.....	40
Tabel 4.11 Hasil Uji Ketelitian Geometrik Citra Satelit SPOT 6 Hasil Rektifikasi	41
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Akurasi Horizontal pada Citra Satelit Pleiades 1A dan SPOT 6.....	41
Tabel 4.13 Parameter metode 6SV	43
Tabel 4.14 Koefisien Koreksi Atmosfer Citra Landsat-8.....	43
Tabel 4.15 Luas (ha) Jenis Ekosistem Mangrove menggunakan Citra Pleiades 1A.....	46
Tabel 4.16 Luas (ha) Jenis Ekosistem Mangrove menggunakan Citra SPOT 6	47
Tabel 4.17 Luas (ha) dari Klasifikasi kondisi kerapatan Mangrove citra Landsat-8.....	47
Tabel 4.18 Kriteria Baku Kerusakan Mangrove.....	49
Tabel 4.19 Data Nilai NDVI pada Citra terhadap Spektral Ground di Lapangan	51

Tabel 4.20 Nilai Indeks Vegetasi (NDVI) dengan Uji Sampel Parameter Tanah.....	54
Tabel 4.21 Nilai Indeks Vegetasi (NDVI) dengan Uji Sampel Parameter Air	56

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Hasil Perhitungan SOF
- Lampiran 2. Meta Data Citra Satelit Pleiades 1A
- Lampiran 3. Meta Data Citra Satelit Landsat 8
- Lampiran 4. Dokumentasi Titik Sampel
- Lampiran 5. Formulir dan Dokumentasi Pengukuran GCP
- Lampiran 6. Peta Kondisi Ekosistem Mangrove

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mangrove adalah suatu komunitas tumbuhan atau suatu individu jenis tumbuhan yang membentuk komunitas di daerah pasang surut. Hutan mangrove adalah tipe hutan yang secara alami dipengaruhi oleh pasang surut air laut, tergenang pada saat pasang naik dan bebas dari genangan pada saat pasang rendah. Ekosistem mangrove adalah suatu sistem yang terdiri atas lingkungan biotik dan abiotik yang saling berinteraksi di dalam suatu habitat mangrove. Ekosistem hutan mangrove bersifat kompleks dan dinamis, namun labil. Bersifat kompleks karena ekosistemnya disamping terdapat vegetasi mangrove, juga merupakan habitat berbagai satwa dan biota perairan. Bersifat dinamis karena hutan mangrove dapat tumbuh dan berkembang terus serta mengalami suksesi sesuai dengan perubahan tempat tumbuh alaminya (Kusmana, 1995).

Wilayah pesisir Kota Surabaya secara umum dapat dikelompokkan menjadi kawasan pesisir utara dan timur. Di kawasan pesisir utara terdapat Teluk Lamong yang menjadi muara dari Kali Lamong. Di kawasan tersebut banyak ditemui vegetasi ekosistem mangrove. Seiring berkembangnya Kota Surabaya menyebabkan desakan pembangunan yang cenderung mengarah ke arah pantai atau pesisir. Desakan pembangunan seperti pembangunan pelabuhan, kawasan industri, pergudangan dan tambak akan membuat kondisi air laut dan kondisi tanah di Teluk Lamong menjadi tercemar. Kondisi tersebut telah mengancam keberadaan ekosistem mangrove di pesisir Utara Surabaya.

Ekosistem mangrove adalah salah satu obyek yang bisa diidentifikasi dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh. Letak geografi ekosistem mangrove yang berada pada daerah peralihan darat dan laut memberikan efek perekaman yang khas jika dibandingkan obyek vegetasi darat lainnya. Efek perekaman

tersebut sangat erat kaitannya dengan karakteristik spektral ekosistem mangrove, hingga dalam identifikasi memerlukan suatu transformasi tersendiri. Pada umumnya untuk deteksi vegetasi digunakan transformasi indeks vegetasi (Danoedoro, 1996).

Dalam penelitian ini akan mengkaji kondisi vegetasi ekosistem mangrove berdasarkan nilai indeks vegetasi NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) menggunakan teknik penginderaan jauh dengan citra satelit. Selain itu dalam penelitian ini nilai NDVI citra akan divalidasi dengan data lapangan. Dari hasil penelitian diharapkan dapat memberikan suatu informasi mengenai kondisi ekosistem mangrove yang didasarkan pada pengolahan citra resolusi menengah dan resolusi sangat tinggi serta pengambilan data di lapangan, sehingga dapat dijadikan sebagai bahan referensi penelitian yang terkait dengan bidang pemetaan, konservasi dan pengembangan ekosistem mangrove.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang berkaitan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana hubungan korelasi yang didapat antara nilai algoritma NDVI citra dengan nilai *spektral ground* di lapangan?
- b. Bagaimana hubungan korelasi yang didapat antara nilai algoritma NDVI citra dengan sampel parameter di lapangan?
- c. Bagaimana kondisi ekosistem mangrove di pesisir utara Surabaya pada tahun 2013, 2014, 2015, dan 2016?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Wilayah studi yang digunakan dalam penelitian ini adalah pesisir Utara Surabaya (Teluk Lamong).
- b. Data yang digunakan adalah data citra satelit Landsat 8 tahun 2013, 2014, 2015, dan 2016, Spot 6 tahun 2016 dan Pleiades 1A tahun 2015.

- c. Metode analisa indeks vegetasi yang digunakan adalah NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*).
- d. Sampel parameter yang diambil adalah parameter Air dan Tanah (pH, Salinitas, TSS, Nitrat, Fosfor, dan Kalium).
- e. Hasil dari penelitian ini adalah peta kondisi ekosistem mangrove skala 1: 25.000, dan 1:5.000.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Memetakan kondisi ekosistem mangrove pesisir Utara Surabaya berdasarkan nilai indeks vegetasi NDVI.
- b. Menganalisa kondisi ekosistem mangrove pesisir Utara Surabaya berdasarkan nilai indeks vegetasi NDVI dan sampel parameter di lapangan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah dapat mengaplikasikan teknologi penginderaan jauh untuk pemetaan ekosistem mangrove dengan citra satelit multitemporal dan multilevel berdasarkan nilai indeks vegetasi dan data lapangan. Selain itu, hasil dari penelitian ini juga diharapkan memberikan informasi mengenai kondisi ekosistem mangrove maupun menjadi sumber informasi bagi penelitian yang lain, sehingga dapat dimanfaatkan untuk masukan dalam pengambilan kebijakan terutama dibidang konservasi dan pengembangan ekosistem mangrove.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekosistem Mangrove

Mangrove adalah suatu komunitas tumbuhan atau suatu individu jenis tumbuhan yang membentuk komunitas di daerah pasang surut. Hutan mangrove adalah tipe hutan yang secara alami dipengaruhi oleh pasang surut air laut, tergenang pada saat pasang naik dan bebas dari genangan pada saat pasang rendah. Ekosistem mangrove adalah suatu sistem yang terdiri atas lingkungan biotik dan abiotik yang saling berinteraksi di dalam suatu habitat mangrove. Ekosistem hutan mangrove bersifat kompleks dan dinamis, namun labil. Bersifat kompleks karena ekosistemnya disamping terdapat vegetasi mangrove, juga merupakan habitat berbagai satwa dan biota perairan. Jenis tanah yang berada di bawahnya termasuk tanah perkembangan muda (saline young soil) yang mempunyai kandungan liat yang tinggi. Bersifat dinamis karena hutan mangrove dapat tumbuh dan berkembang terus serta mengalami suksesi sesuai dengan perubahan tempat tumbuh alaminya. Bersifat labil karena mudah sekali rusak dan sulit pulih seperti sediakala (Kusmana,1995).

2.1.1 Faktor Lingkungan yang mempengaruhi Mangrove

Mangrove diketahui mempunyai adaptasi fisiologis yang tinggi, mangrove mampu bertahan pada kondisi suhu perairan yang tinggi, fluktuasi salinitas yang luas dan tanah yang anaerob. Walaupun demikian tidak semua tumbuhan mangrove bertahan dalam kondisi tersebut, walaupun bertahan kondisi pertumbuhannya kurang baik biasanya mangrove tumbuh kecil dan pendek-pendek (Indica, 2010). Menurut beberapa peneliti ada banyak faktor lingkungan yang mempengaruhi keberadaan mangrove, diantaranya adalah :

a. Iklim (Suhu Udara)

Iklim menjadi faktor yang penting antara lain mempengaruhi distribusi mangrove secara geografis. Menurut Walsh (1974) dalam Indica (2010) mangrove tumbuh dengan subur di

daerah tropis pada suhu udara lebih dari 20o C dan kisaran suhu udara musiman kurang dari 5o C.

b. Salinitas

Mangrove mendiami daerah pantai dengan kisaran salinitas yang besar. Menurut Macne (1968) dalam Indica (2010) ada yang mampu bertahan pada salinitas lebih dari 90% dan salinitas kurang dari 10% seperti jenis *Avicennia marina* dan *Lumnitzera racemosa*. Fluktuasi salinitas ini akan berpengaruh terhadap zonasi mangrove.

c. Substrat

Mangrove dapat tumbuh dengan baik pada substrat berupa pasir, lumpur, batu karang. Tetapi yang paling banyak ditemukan pada substrat berlumpur (Chapman, 1984 dalam Indica, 2010).

d. Pasang Surut

Menurut Chapman (1984) dalam Indica (2010) gerakan pasang surut akan membawa benih mangrove menyuplai O₂ dan nutrien bagi mangrove.

e. Arus Laut dan Gelombang

Distribusi mangrove dipengaruhi oleh arus laut yang berperan membawa benih atau semaian mangrove. Aksi gelombang yang besar dapat merusak benih-benih mangrove yang akar-akarnya belum kuat tertanam. Oleh sebab itu mangrove hanya dapat tumbuh dengan baik di pantai-pantai yang terlindung dari aksi gelombang (Indica, 2010).

f. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman suatu perairan mencerminkan keseimbangan antara asam dan basa dalam air. pH perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain aktifitas fotosintesa, aktifitas biologi, temperatur, kandungan oksigen, sert adanya kation dan anion dalam perairan (Aksornkae, 1993 dalam Indica, 2010). Derajat keasaman di perairan merupakan parameter lingkungan yang berhubungan dengan susunan jenis maupun proses-proses hidup dari suatu

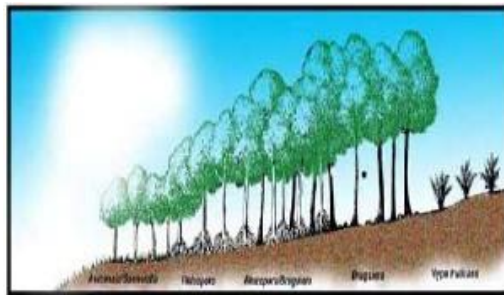
komunitas diantaranya terhadap kehidupan organisme air termasuk fitoplankton.

Beberapa faktor fisik dalam ekosistem perairan (termasuk didalamnya mangrove) antara lain : suhu, kedalaman kecerahan, warna, arus, dan kekeruhan. Faktor kimia yang berpengaruh terhadap ekosistem mangrove, antara lain : Salinitas, pH, oksigen terlarut, nitrat dan fosfat (Indica, 2010).

2.1.2 Zonasi dan Penyebaran Vegetasi Mangrove

Tumbuhan mangrove secara alami umumnya tumbuh membentuk daerah-daerah tertentu (zonasi) mulai dari pinggir pantai sampai pedalaman daratan. Zonasi adalah kondisi dimana kumpulan vegetasi yang saling berdekatan mempunyai sedikit atau tidak ada sama sekali jenis yang sama walaupun tumbuh dalam lingkungan yang sama dan keadaan dimana terdapat perubahan lingkungan yang dapat mengakibatkan perubahan yang nyata diantara kumpulan vegetasi.

Zonasi yang terbentuk biasanya berupa zonasi yang sederhana (satu zonasi ataupun zonasi campuran) dan zonasi yang kompleks (terdiri dari beberapa zonasi) tergantung pada kondisi lingkungan mangrove yang bersangkutan. Sehingga, zonasi mangrove untuk setiap lokasi mangrove mempunyai perbedaan antar satu lokasi dengan lokasi lainnya.



Gambar 2.1 Zonasi Hutan Mangrove

(Bengen, 2004 dalam www.IMRED.org)

Bengen (2002), mengatakan bahwa salah satu tipe zonasi hutan mangrove yang ada di Indonesia yaitu :

- Daerah yang paling dekat dengan laut, dengan substrat agak berpasir, sering ditumbuhi oleh *Avicennia spp.* Pada zona ini biasa berasosiasi dengan *Sonneratia spp* yang dominan tumbuh pada lumpur dalam yang kaya bahan organik.
- Lebih kearah darat, hutan mangrove umumnya didominasi oleh *Rizophora sp.* Di zona ini juga *Bruguiera sp.* dan *Xilocarpus sp.*
- Zona berikutnya didominasi oleh *Bruguiera sp.*
- Zona transisi antara hutan mangrove dengan hutan dataran rendah biasa ditumbuhi oleh *Nypa fruticans*, dan beberapa spesies palem lainnya.

Pembagian zonasi menurut Arif (2003) juga dapat dilakukan berdasarkan jenis yang mendominasi, dari arah laut ke daratan berturut-turut sebagai berikut :

- Zona *Avicennia* terletak pada lapisan paling luar dari hutan mangrove. Pada zona ini, tanah berlumpur lembek dan berkadar garam tinggi.
- Zona *Rhizophora*, terletak di belakang zona *Avicennia* dan *Sonneratia*. Pada zona ini tanah berlumpur lembek dengan kadar garam lebih rendah. Perakaran tanaman terendam selama terjadinya pasang surut air laut.
- Zona *Bruguiera*, terletak di belakang zona *Rhizophora*. Pada zona ini tanah berlumpur agak keras dan perakaran hanya terendam pasang dua kali sebulan.
- Zona *Nipah*, yaitu zona pembatas antara daratan dan lautan, namun zona ini sebenarnya tidak harus ada kecuali jika terdapat air tawar yang mengalir dari sungai ke laut.

2.2 Pantai Utara Surabaya

Pantai Utara Surabaya memiliki panjang garis pantai ± 9 Km, luas kawasan ± 1.000 Ha. Kelurahan yang termasuk pesisir utara adalah :

- Kecamatan Benowo: Kelurahan Romokalisari, Tambak Osowilangun

- Kecamatan Asemrowo: Kelurahan Tambak Langon, Greges, Kalianak
- Kecamatan Krembangan: Kelurahan Morokrembangan, Perak Barat
- Kecamatan Semampir: Kelurahan Ujung
- Kecamatan Pabean Cantikan: Kelurahan Perak Utara, Perak Timur

Keadaan lingkungan di daerah Pantura umumnya memiliki keadaan ombak dan angin lebih kecil daripada di pesisir timur. Pantura merupakan daerah yang didominasi oleh industri terutama industri bongkar muat dan peti kemas dari sepanjang jalan dari Kecamatan Pabean Cantikan hingga Benowo. Kawasan Pantura memiliki Teluk Lamong yang mempengaruhi ekosistem di kawasan tersebut. Kedalaman Perairan Teluk Lamong berkisar 0,2-2 meter, kedalaman alur pelayaran mencapai 12 meter (Bappeko, Surabaya)

Menurut Badan Perencanaan dan Pembangunan Kota Surabaya (2010) Keadaan Lingkungan Teluk Lamong adalah sebagai berikut:

- Kali Lamong merupakan anak sungai Bengawan Solo.
- Sungai yang bermuara di Teluk Lamong adalah Sungai Lamong, Sungai Kalianak, Sungai Greges, Sungai Manukan, Sungai Branjangan, dan Sungai Sememi.
- Lapisan tanah didominasi oleh lanau dan lempung sangat lunak (*very soft clayly silt*) dengan nilai N-SPT antara 0-4. Dibawahnya secara berurutan merupakan lapisan yang sama (lanau berlempung) dengan kondisi kepadatan meningkat secara berurutan mulai dari *soft* (N=4) hingga *hard* (N>25). Lapisan tanah relatif lebih keras, merupakan jenis lanau berlempung dengan 29% sand and gravel, terletak mulai dari kedalaman -45.000 meter LWS.

Pemanfaatan Teluk Lamong hingga saat ini adalah sebagai tempat tujuan penangkapan ikan oleh nelayan tradisional Romokalisari, Gresik, dan wilayah lainnya, serta merupakan daerah Konservasi. Ekosistem mangrove di Kawasan Pantura

memiliki keanekaragaman spesies yang hampir sama. Namun demikian, ada beberapa komponen spesies pendukung yang ditemukan di daerah Pantura tetapi tidak ditemukan di daerah Pamurbaya. Komponen spesies penyusun ekosistem mangrove di kawasan ini diantaranya adalah jenis mangrove sejati, seperti *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Avicennia marina*, *Avicennia alba*, *Xylocarpus moluccensis*, *Sonneratia alba*, *Bruguiera gymnoriz*, *Bruguiera palviflora*, *Ceriops tagal* dan *Excoecaria agallocha*, sedangkan mangrove ikutan jenis *Morinda citrifolia* dan *Sesuvium portulacastrum*.

2.3 Penginderaan jauh

Penginderaan jauh adalah ilmu pengetahuan dan seni dalam memperoleh informasi tentang suatu objek, area, gejala melalui analisis data yang diperoleh dengan alat tanpa kontak langsung dengan objek, area, gejala yang diamati (Lillesand, Kiefer, & Chipman, 2004)

Dengan menggunakan banyak variasi sensor, data dapat diambil melalui jarak jauh dan dianalisa untuk mendapatkan informasi mengenai objek, area, atau gejala yang sedang diamati. Data yang didapatkan melalui jarak jauh dapat memiliki beberapa bentuk, termasuk variasi pada distribusi gaya, distribusi gelombang akustik, atau distribusi gelombang elektromagnetik.

Sensor yang terdapat pada citra memperoleh data pada seluruh fitur permukaan bumi dan merefleksikan energi elektromagnetik, dan data ini dianalisa untuk memberikan informasi tentang sumber yang diselidiki.

Penginderaan jauh memiliki dua proses dasar yakni akuisisi data dan analisis data. Elemen yang terdapat pada proses akuisisi data yakni a) sumber energi, b) perambatan energi melalui atmosfer, c) interaksi energi dengan fitur permukaan bumi, d) transmisi ulang energi melewati atmosfer, e) sensor *airborne*, f) hasil dari pembentukan data sensor pada bentuk gambar digital, g) kita menggunakan sensor untuk merekam variasi data pada permukaan bumi yang mencerminkan dan memancarkan energi elektromagnetik. Pada proses analisis melibatkan pemeriksaan

data menggunakan berbagai tampilan dan alat interpretasi untuk menganalisa data *pictoral* atau sebuah komputer untuk menganalisa data sensor digital.

2.4 Pengolahan Citra Digital

2.4.1 Perhitungan Kekuatan Jaring Titik Kontrol

Sebelum melakukan koreksi geometrik pada citra perlu adanya desain jaring kontrol yang bertujuan untuk menghitung kekuatan jaring dari citra tersebut. Kekuatan jaring kontrol (*Strength of Figure*) dapat dihitung dengan menggunakan perataan bersyarat dan perataan parameter.

a. Perhitungan SoF dengan perataan bersyarat

Untuk melihat kekuatan dari jaringan yang dibentuk, maka dilakukan penghitungan kekuatan jaring atau *strength of figure*. Ada beberapa parameter dan kriteria yang dapat digunakan untuk menentukan konfigurasi jaringan yang paling baik. Salah satunya adalah didasarkan pada persamaan yang menggambarkan tingkat ketelitian dari koordinat titik-titik dalam jaringan. Dengan mengasumsikan faktor variansi aposteriori sama dengan satu serta ketelitian vektor baseline dan vektor koordinat yang homogen dan independen antar komponennya, suatu bilangan untuk memprediksi kekuatan jaringan dapat diformulasikan sebagai berikut: (Abidin,2000)

$$\text{Besar SOF} = \frac{\text{Tracs} (A^T A)^{-1}}{\text{jumlah parameter}} \quad (2.1)$$

Dimana:

A = matrik desain

Jumlah parameter merupakan $n - u$. Sedangkan:

n = jumlah baseline $\times 3$ komponen per baseline

u = jumlah titik $\times 3$ komponen koordinat per titik

2.4.2 Koreksi Geometrik

Pada prinsipnya koreksi geometrik adalah penempatan kembali posisi piksel sedemikian rupa, sehingga pada citra digital

yang tertransformasi dapat dilihat gambaran obyek di permukaan bumi yang terekam sensor. Pengubahan bentuk kerangka liputan dari bujur sangkar menjadi jajaran genjang merupakan hasil dari koreksi geometrik (Danoedoro, 1996).

Koreksi geometrik mempunyai tiga tujuan yaitu (1) melakukan rektifikasi (pembetulan) atau restorasi (pemulihan) agar citra koordinat citra sesuai dengan koordinat geografi, (2) registrasi (mencocokkan) posisi citra dengan citra lain atau mentransformasikan sistem koordinat citra multispektral atau citra multi temporal, (3) registrasi citra ke peta atau transformasi sistem koordinat citra ke peta yang menghasilkan citra dengan sistem proyeksi tertentu.

Berikut adalah rumus untuk menghitung *Root Mean Square Error* (BIG,2014).

$$RMSE = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n ((X_i' - X_i)^2 + (Y_i' - Y_i)^2)}}{n} \quad (2. 2)$$

Keterangan:

X' dan Y' = koordinat hasil transformasi

X dan Y = koordinat titik kontrol tanah

n = jumlah titik kontrol tanah

Syarat penentuan objek untuk titik kontrol (GCP maupun ICP) adalah sbb:

- a. Obyek yang dijadikan GCP harus dapat diidentifikasi secara jelas dan akurat pada citra dalam resolusi tersebut.
- b. Obyek harus berada pada permukaan tanah.
- c. Obyek bukan merupakan bayangan.
- d. Obyek tidak memiliki pola yang sama.
- e. Obyek merupakan permanen dan diam serta diyakini tidak akan mengalami perubahan atau pergeseran pada saat pengukuran GNSS.
- f. Bentuk obyek harus jelas dan tegas.
- g. Warna obyek harus kontras dengan warna disekitarnya.
- h. Terdapat akses menuju lokasi GCP.

- i. Bangunan dapat dipilih menjadi objek titik kontrol tanah dengan syarat adalah sebagai berikut:
 - Tidak ada objek lain selain bangunan
 - Merupakan bangunan konkrit / bukan bangunan sementara
 - Bukan bangunan bertingkat. Ketinggian bangunan maksimal 3 meter.
 - Objek yang diukur merupakan sudut atap dan bukan sudut tembok bagian dalam bangunan.

2.4.3 Koreksi Radiometrik

Konversi Digital Number ke Reflektan merupakan salah satu dari koreksi radiometrik, yaitu kesalahan pada sistem optik. Kesalahan karena gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer, dan kesalahan karena pengaruh sudut elevasi matahari. Koreksi radiometrik ditujukan untuk memperbaiki nilai piksel supaya sesuai dengan yang seharusnya, umumnya mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer sebagai kesalahan utama (Danoedoro, 1996).

Rumus konversi *DN* ke Reflektan pada citra Landsat adalah sebagai berikut :

$$\rho\lambda' = MpQcal + Ap \quad (2.3)$$

Rumus diatas merupakan rumus untuk mengkonversi *DN* ke dalam bentuk reflektan, $\rho\lambda'$ merupakan nilai Reflektan, *Mp* yaitu Faktor *multiplicative rescaling* setiap *band* dari metadata, *Ap* adalah Faktor *additive rescaling* setiap *band* dari metadata, dan *Qcal* adalah nilai *Digital Numberband*.

2.4.4 Klasifikasi Citra

Klasifikasi citra secara digital merupakan proses pembagian *pixel* ke dalam kelas tertentu. Biasanya tiap *pixel* merupakan satu unit perpaduan nilai dari beberapa *band spektral*. Klasifikasi citra secara digital dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu (Purwadhi, 2001):

1. Klasifikasi Terselia

Klasifikasi terselia merupakan proses klasifikasi dengan pemilihan kategori informasi yang diinginkan dan memilih *training area* untuk tiap kategori penutup lahan yang mewakili sebagai kunci interpretasi. Di dalam klasifikasi ini digunakan data penginderaan jauh multispektral yang berbasis numerik, untuk pengenalan polanya dilakukan proses otomatis dengan bantuan komputer, sedangkan identitas dan nilai informasi atau tipe penutup lahan telah diketahui sebelumnya.

2. Klasifikasi Tak Terselia

Klasifikasi tak terselia menggunakan algoritma untuk mengkaji atau menganalisis sejumlah piksel yang tidak dikenal dan membaginya dalam sejumlah kelas berdasarkan pengelompokkan nilai digital citra. Kelas yang dihasilkan dari klasifikasi ini adalah kelas spektral. Oleh karena itu, pengelompokkan kelas didasarkan pada nilai natural spektral citra, dan identitas nilai spektral tidak dapat diketahui secara dini. Hal itu disebabkan analisisnya belum menggunakan data rujukan seperti citra skala besar untuk menentukan identitas dan nilai informasi setiap kelas spektral.

2.5 Landsat 8

Landsat-8 diluncurkan oleh NASA pada 11 Februari 2013. Satelit landsat 8 memiliki sensor *Onboard Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) dengan jumlah kanal sebanyak 11 buah. Diantara kanal-kanal tersebut, 9 kanal (band 1-9) berada pada OLI dan 2 lainnya (band 10 dan 11) pada TIRS (USGS, 2013).

Tabel 2.1 Parameter - parameter Orbit Saatelit LDCM (Landsat-8)

(USGS, 2013)

Parameter Orbit Satelit Landsat-8	
Jenis Orbit	Mendekati lingkaran sikron matahari
Ketinggian	05 km
Inklinasi	8.2°
Periode	9 menit
Waktu liput ulang (resolusi temporal)	16 hari
Waktu melintasi khatulistiwa(Local Time Descending Node-LTDN)	Jam 10:00 s.d 10:15
nominal	pagi

Tabel 2.2 Spesifikasi kanal - kanal spektral sensor pencitra LDCM (Landsat-8)

(USGS,2013)

No Kanal	Kanal	Kisaran Spektral	Penggunaan Data	Resolusi Spasial	Radiance	SNR
1	Biru	433-453	<i>Aerosol/coastal Zone</i>	30	40	130
2	Biru	450-515	<i>Pigments/Scatter/Coastal</i>	30	40	130
3	Hijau	525-600	<i>Pigments/coastal</i>	30	30	100
4	Merah	630-680	<i>Pigments/coastal</i>	30	22	90
5	Infra Merah	845-885	<i>Foliage/coastal</i>	30	14	90
6	SWIR2	1560-1660	<i>Foliage</i>	30	4.0	100
7	SWIR3	2100-2300	<i>Minerals/litter/no Scatter</i>	30	1.7	100
8	PAN	500-680	<i>Image sharpening</i>	15	23	80
9	SWIR	1360-1390	<i>Cirruscloud detection</i>	30	6.0	130

2.6 SPOT 6

Tabel 2.3 Spesifikasi Citra SPOT 6
(LAPAN,2015)

Mode Pencitraan	Pankromatik	Multispektral
Resolusi Spasial Pada Nadir	1.5m GSD pada nadir	6m GSD pada nadir
Jangkauan Spektral	450 – 745 nm	Biru (455 – 525nm) Hijau (530 – 590nm) Merah (625 – 695nm) IR dekat (760 – 890nm)
Lebar Sapuan	60 km pada nadir	
Pencitraan <i>Off-Nadir</i>	30 derajat (standar) - 40 derajat (extended) Gyroscop dapat merekam berbagai arah sesuai permintaan	
Jangkauan Dinamik	12 bit per piksel	
Masa Aktif Satelit	±10 tahun	
Waktu Pengulangan	1-3 hari bersamaan dengan SPOT-7	
Ketinggian Orbit	694 km	
Waktu Lintasan Equatorial	10:00 A.M descending mode	
Orbit	98.79 derajat sinkron matahari	
Harga Arsip	Mono std € 3.8 /sq.km – Mono rush € 5.7 /sq.km Stereo std € 7.6 /sq.km – Stereo rush € 11.4 /sq.km Tri Stereo std € 11.4 /sq.km – Tri Stereo rush € 17.1 /sq.km	
Harga Tasking	Std € 4.6 /sq.km	
Luas Pemesanan	Arsip min.250 sq.km Tasking min.100 sq.km Lebar area min.5km di setiap sisi	
Level Proses	Mono, Stereo, Tri Stereo	
Tingkat Akurasi	35m CE 90 tanpa GCP (dengan sudut perekaman 30 derajat) 10m CE 90 dengan Reference 3D	

2.7 Pleiades 1A

Pleiades-1A diluncurkan pada 16 Desember 2011. Sensor satelit ini mampu mengambil gambar stereo dalam sekali pemotretan dan dapat mencakup wilayah yang luas (hingga 1.000 km²).

Tabel 2.4 Karakteristik Pleiades-1A
(LAPAN, 2015)

Metode Pencitraan	Pankromatik	Multi spektral
Resolusi Spasial Pada Madir	0 5 in GSD pada nadir	2 m GSD pada nadir
Jangkauan Spektral	4SQ-S3Q nm	Biru (430-550 nm)
		Hiiiau (490-510) nm
		Merah (600-720 nm)
		IRDekat (750-950 nm)
Lebar Sapuan	20 km pada nadir	
Pencitraan <i>Off- Nadir</i>	Hingga 47 derajat	
	Tersedia opsi pemilihan sudut ketinggian	
Jangkauan Dinamik	12 bit perpiksel	
Masa Aktif Satelit	Perkiraan hingga lebih dari 5 tahun	
Waktn	Setiap 1 han	
Ketinggian Orbit	694- km	
Waktn Lintasan Equatorial	10:15 A.M	
Orbit	sinkron matahari	
Level Proses	primer dan ortho	
Harga	€ 10 per km ² untuk data arsip	
	€ 17 per km ² utuk perekaman baru	
Luas Pemesanan	Minimum 25 km ² untuk arsip (jarak lebar imn. 500 m)	
	Minimum 100 km ² untuk perekaman baru (jarak lebar min. 5 km)	
Tingkat Akurasi	3 m tanpa GOP (CE90)	
	Hingga kurang dari 1 m dengan GCP	

2.8 Indeks Vegetasi

Vegetasi yang menutup permukaan bumi secara fisik mudah dibedakan dengan kenampakan air, tanah dan bangunan melalui citra, karena mempunyai nilai reflektan yang berbeda. Identifikasi terhadap vegetasi pada data citra digital pada umumnya menggunakan gelombang (*band*) merah dan inframerah dekat. Pada kedua *band* tersebut, zat hijau daun (klorofil) pada vegetasi menunjukkan nilai reflektan yang bervariasi. Perbedaan tersebut selain dipengaruhi oleh karakteristik vegetasi, seperti jenis dan umur pohon, struktur daun dan tutupan kanopi, juga dipengaruhi oleh karakter tanah dan kondisi atmosfer. (Lillesand & Kiefer, 2004).

NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*)

Algoritma NDVI banyak digunakan untuk berbagai aplikasi terkait vegetasi. NDVI memiliki efektivitas untuk memprediksi sifat permukaan ketika kanopi vegetasi tidak terlalu rapat dan tidak terlalu jarang, algoritma NDVI (Landgrebe, 2003) diuraikan sebagai berikut :

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (2.4)$$

Nilai indeks vegetasi tersebut dihitung sebagai rasio antara pantulan yang terukur dari band merah (R) dan band infra-merah (NIR). Penggunaan kedua band ini banyak dipilih sebagai parameter indeks vegetasi karena hasil ukuran dari band ini dipengaruhi oleh penyerapan klorofil, peka terhadap biomassa vegetasi, serta memudahkan dalam pembedaan antara lahan bervegetasi, lahan terbuka, dan air. Hasil penisbahan antara band merah dan infa-merah menghasilkan perbedaan yang maksimum antara vegetasi dan tanah. Nilai-nilai asli yang dihasilkan NDVI selalu berkisar antara -1 hingga +1 (Danoedoro, 1996).

Tabel 2.5 Kisaran tingkat kerapatan Indeks Vegetasi
(Departemen Kehutanan, 2003)

Kelas	Kisaran NDVI	Tingkat Kepuasan
1	0 s.d 0,32	Jarang
2	0,32 s.d 0,42	Sedang
3	>0,42 s.d 1	Tinggi

2.9 Analisa Korelasi

Dalam analisis korelasi yang dicari adalah koefisien korelasi yaitu angka yang menyatakan derajat hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen atau untuk mengetahui kuat atau lemahnya hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen. Hubungan yang dimaksud bukanlah hubungan sebab akibat yang berlaku pada metode regresi. Metode korelasi hanya bisa digunakan pada hubungan variabel garis lurus (linier). Adapun rumus untuk koefisien korelasi(r) menurut Sugiyono (2007) adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}} \quad (2.5)$$

Dimana :

r = Korelasi antar variabel

x = variabel bebas

y = variabel tak bebas

n = jumlah pengamatan

Dari hasil analisis korelasi dapat dilihat tiga alternatif yaitu apabila nilai $r = +1$ atau mendekati positif (+) satu berarti variabel x mempunyai pengaruh yang kuat dan positif terhadap variabel y . Sedangkan apabila nilai $r = -1$ atau mendekati negatif (-) satu berarti variabel X mempunyai pengaruh yang kuat dan negatif terhadap perkembangan variabel y . Dan apabila $r = 0$ atau mendekati nol (0) maka variabel x kurang berpengaruh terhadap perkembangan variabel y , hal ini berarti bahwa bertambahnya atau berkurangnya variabel y tidak dipengaruhi variabel x .

Tabel 2.6 Interpretasi Koefisien Korelasi
(Sugiyono. 2007)

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0 - 0,199	Sangat Rendah
0,2 - 0,399	Rendah
0,4 - 0,599	Sedang
0,6 - 0,799	Kuat
0,8 - 1,00	Sangat Kuat

2.10 Penelitian Terdahulu

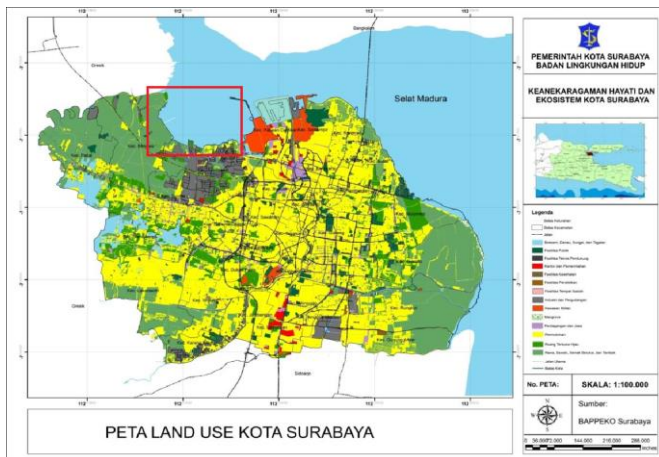
Kusumaningrum (2013) melakukan penelitian yang berjudul *Analisa Kesehatan Vegetasi Mangrove Berdasarkan Nilai Normalized Difference Vegetation Index (Ndvi)* Menggunakan Citra Alos, Variabel pada citra mencakup digital number pada masing – masing citra dan variabel di lapangan berupa spectral ground. Hasil yang diperoleh dari uji korelasi yaitu 82% dan didapatkan kelas vegetasi mangrove dengan kondisi kesehatan rusak 70% yang didominasi pada Kecamatan Krebangan, Sangat Buruk 17,7% terletak di Kecamatan Kenjeran, Buruk 7% terletak di Kecamatan Mulyorejo, dan Normal 5,3% terletak di Kecamatan Rungkut dan Gunung Anyar.

Hasil penelitian Kovacs J. M. (2009) dengan judul *Evaluating The Condition of a Mangrove Forest of The Mexican Pacific Based on an Estimated Leaf Area Index mapping Approach*. Menggunakan citra satelit quickbird dengan menggunakan metode perbandingan indeks vegetasi NDVI dan SR. Hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut adalah Indeks vegetasi SR memiliki nilai $R=0.68$ sedangkan NDVI nilai $R=0.63$ jadi Indeks vegetasi SR memiliki korelasi yang lebih baik dari pada NDVI.

BAB III METODOLOGI

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini termasuk di daerah kesesuaian lahan untuk konservasi mangrove, secara geografis terletak pada koordinat $7^{\circ} 11' 0'' - 7^{\circ} 13' 0''$ LS dan $112^{\circ} 38' 0'' - 112^{\circ} 43' 0''$ BT kawasan pesisir Utara Kota Surabaya (Teluk Lamong).



Gambar 3.1 Lokasi penelitian
(sumber : Bappeko Surabaya)

3.2 Data dan Peralatan

Penelitian ini menggunakan data primer, sekunder dan peralatan perangkat lunak untuk dilakukan pengolahan sampai pembuatan peta.

3.2.1 Data

1. Citra satelit Landsat-8 dengan resolusi spasial 30 m akuisisi tahun 2013, 2014, 2015, dan 2016.
2. Citra satelit Pleiades 1A tahun 2015 dengan resolusi spasial 0.5 m akuisisi tanggal 28 Agustus 2015.
3. Citra Satelit SPOT 6 tahun 2016
4. Peta RBI 1:25.000

5. Data pengukuran GCP dilapangan.
6. Data *spektral ground* menggunakan kamera UAV
7. Data Uji sampel parameter Air dan Tanah

3.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

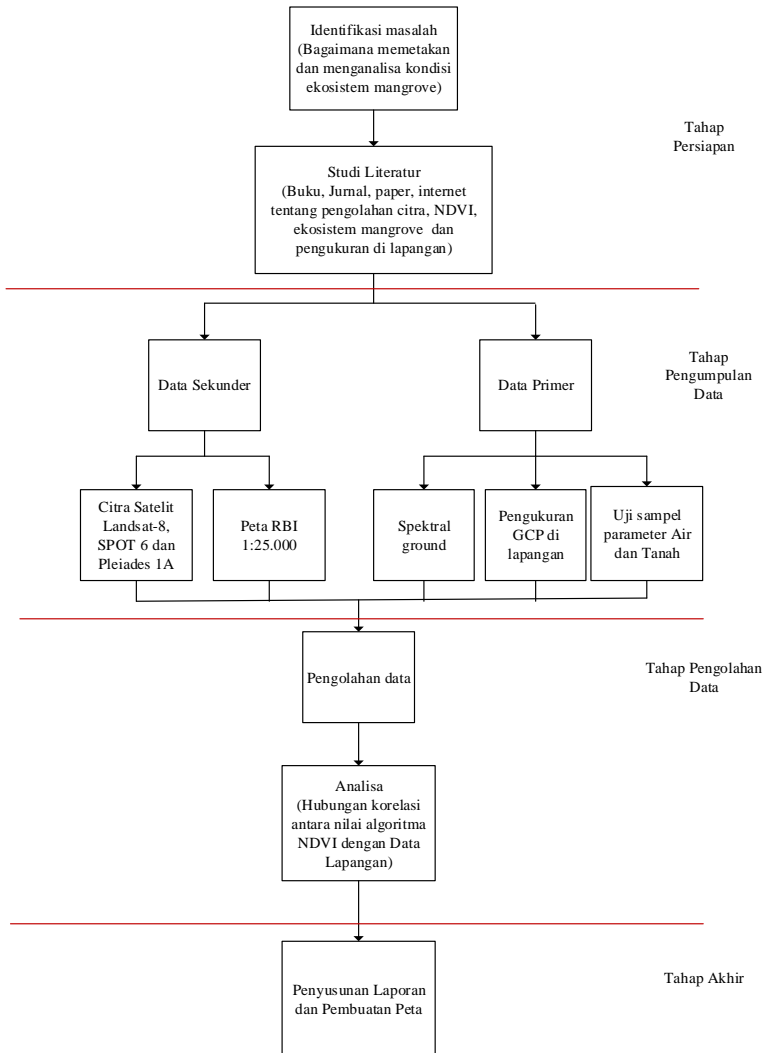
- a. Perangkat Keras (*hardware*)
 - Laptop
- b. Perangkat Lunak (*software*)
 - *Software* pengolah citra
 - *Software* pengolah statistik
 - *Software* pengolah *layouting*
- c. Perangkat pengambilan data di lapangan
 - GPS Geodetik
 - GPS Navigasi
 - Kamera UAV

3.3 Metodologi Penelitian

Metode dalam penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu tahap pelaksanaan dan tahap pengolahan. Pada tahap pelaksanaan digambarkan alur penelitian secara garis besar dan keseluruhan sedangkan tahap pengolahan digambarkan secara detail proses pengolahan data.

3.3.1 Tahap Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan dibagi dalam tiga tahap yaitu tahap persiapan, pengumpulan data, pengolahan data dan tahap akhir. Diagram alir pelaksanaan penelitian Tugas Akhir ditunjukkan oleh Gambar 3.2



Gambar 3.2 Diagram Alir Pelaksanaan

Penjelasan diagram alir tahap pelaksanaan :

a. Tahap Persiapan

Identifikasi Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana hubungan korelasi antara NDVI citra dengan spektral ground di lapangan serta melakukan pemetaan ekosistem mangrove menggunakan data penginderaan jauh berdasarkan klasifikasi nilai indeks vegetasi NDVI dan juga menganalisa kondisi ekosistem mangrove dipesisir Utara Surabaya terhadap parameter air dan tanah di teluk Lamong.

Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk mendapatkan referensi yang berhubungan dengan ekosistem mangrove, penginderaan jauh, pengolahan citra satelit, pemetaan, uji korelasi dan literatur lain yang berhubungan baik dari buku, jurnal, majalah, media masa, internet maupun sumber lainnya.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data berupa Data citra satelit Landsat-8 tahun 2013, 2014, 2015, dan 2016, SPOT 6 tahun 2016 dan Pleiades 1A tahun 2015, Peta RBI 1:25.000, dan data pengukuran lapangan berupa titik GCP dan ICP, uji sampel parameter air dan tanah dan *spektral ground* dari foto UAV.

b. Tahap Pelaksanaan

Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data untuk selanjutnya dilakukan analisa. Pengolahan data meliputi koreksi geometrik, koreksi radiometrik, klasifikasi, pembuatan peta tentatif 1:25.000 dan 1:5.000 dan uji korelasi untuk mengetahui hubungan antar variable.

Analisa

Dari hasil pengolahan data dilakukan analisa. Pada tahapan ini dilakukan analisa menggunakan metode indeks vegetasi NDVI sehingga didapatkan suatu hasil dan kesimpulan

yang nantinya digunakan untuk pembuatan peta kondisi ekosistem mangrove dan menyusun Laporan.

c. Tahap Akhir

Tahap akhir dari penelitian ini adalah penyusunan laporan Tugas Akhir. Penyusunan laporan merupakan tahap terakhir dari penelitian ini agar penelitian ini bermanfaat bagi orang lain.

3.3.2 Tahap Pengolahan

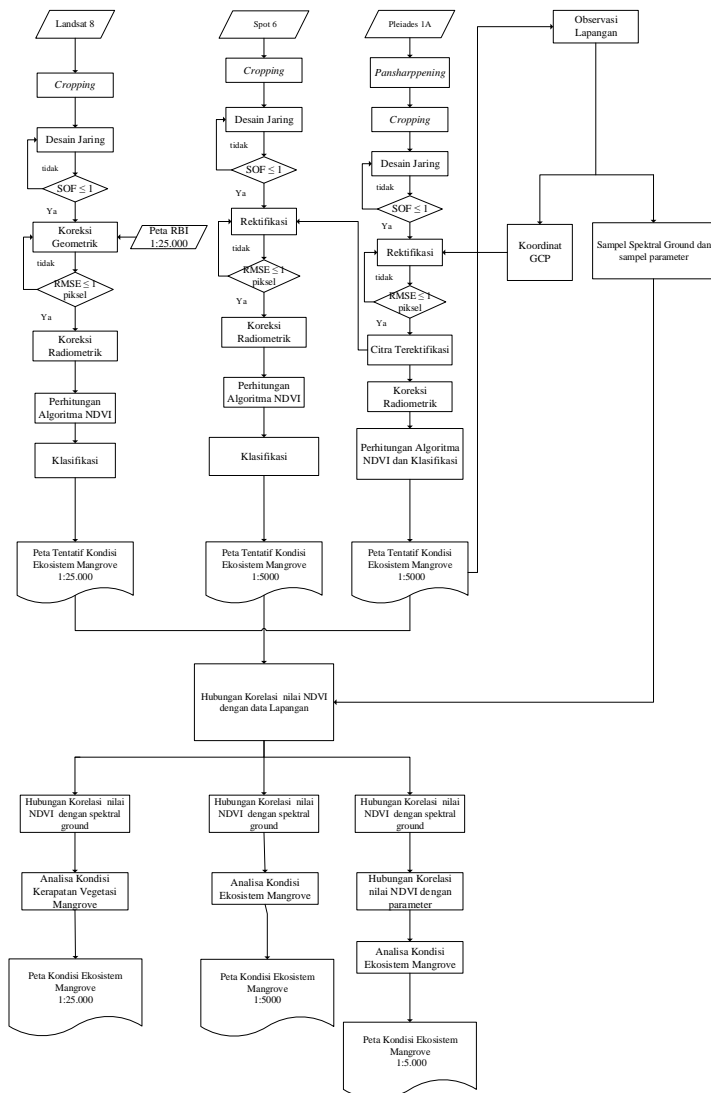
Tahap pengolahan ini dijelaskan proses pengolahan data untuk mendapatkan nilai NDVI sampai dihasilkan peta kondisi ekosistem mangrove Lebih jelasnya digambarkan pada diagram alir pada Gambar 3.2.

Berikut ini adalah penjelasan dari diagram alir tahapan pengolahan data:

1. Tahapan Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- Citra Satelit resolusi menengah Landsat-8 tahun 2013, 2014, 2015, dan 2016 dari data ini diperoleh informasi nilai indeks vegetasi kemudian dijadikan peta dasar untuk pembuatan peta kondisi ekosistem mangrove skala 1:25.000.
- Citra satelit resolusi tinggi SPOT 6 tahun 2016 dari data ini diperoleh peta jenis ekosistem mangrove tahun 2016 skala 1:5.000.
- Citra Pleiades 1A tahun 2015 dari data ini akan dibuat desain jaring untuk pengukuran titik GCP dilapangan dan lokasi pengambilan sampel. Kemudian diperoleh informasi jenis ekosistem mangrove yang disajikan dengan skala 1:5.000.



Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan

2. Tahapan Pengolahan Data

a. Penajaman Citra (*pansharppening*)

Data citra satelit yang digunakan adalah berupa raw data atau masih berupa data mentah. Sebelum melakukan proses lebih lanjut, citra satelit terlebih dahulu dilakukan penajaman citra dengan tujuan membuat citra satelit memiliki kenampakan yang lebih jelas karena memiliki warna natural color seperti pada citra multispektral namun memiliki resolusi spasial yang sesuai dengan resolusi spasial pada citra pankromatik.

b. Pemotongan citra (*cropping*)

Pemotongan citra dilakukan untuk mempermudah pada saat pengolahan citra, dan hanya mencakup daerah penelitian. Sehingga memperkecil area citra yang akan diolah. Pemotongan berdasarkan area atau cakupan wilayah ekosistem mangrove pesisir Utara Surabaya.

c. Desain Jaring

Pembuatan jaring yaitu pendistribusian secara merata di seluruh wilayah studi dari titik koordinat atau titik GCP yang nantinya akan mempengaruhi hasil koreksi geometrik. Distribusi titik yang baik dapat dilihat dari kekuatan jaring yang ditunjukkan dengan nilai SoF (Strenght of Figure).

d. Perhitungan SOF (Strenght of Figure)

Perhitungan SoF (Strenght of Figure) dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kekuatan geometri dari rangkaian segitiga yang menentukan penyebaran kesalahan dalam perataan jaringan. Hasil perhitungan SoF (Strength of Figure) yang diterima adalah ≤ 1 . Jika kesalahan lebih besar dari persyaratan maka penentuan titik-titik koordinat dan bentuk jaring pada citra dilakukan cek ulang. Hasil perhitungan SoF kecil, artinya akurasinya semakin baik.

e. Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik bertujuan untuk mereduksi kesalahan geometrik sehingga dihasilkan citra terkoreksi geometrik. Teknik ini diperlukan untuk menentukan posisi citra yang

sesuai dengan koordinat peta atau koordinat bumi. Pada penelitian ini koreksi geometrik pada citra Landsat-8 dilakukan dengan peta vektor RBI 1:25.000 dengan cara mengambil koordinat titik GCP pada daerah yang sama dengan citra. Koreksi geometrik(rektifikasi) citra Spot 6 dilakukan image to image dengan citra Pleiades 1A terkoreksi. Sedangkan rektifikasi pada citra Pleiades 1A dilakukan dengan pembuatan desain jaring pada citra kemudian melakukan pengukuran titik GCP dilapangan. Koreksi Geometrik sudah benar jika nilai *RMS Error* kurang atau sama dengan satu piksel (Purwadhi, 2001), artinya citra tersebut sudah terkoreksi secara geometrik.

e. Koreksi Radiometrik

Meliputi kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosfer. Kalibrasi radiometrik melakukan konversi *DN (Digital Number)* ke Reflektan yaitu proses merubah nilai Piksel pada citra yang awalnya bernilai *DN (Digital Number)* di rubah ke Reflektan. Kemudian koreksi atmosfer dengan metode 6SV (*Second Simulation of the Sensor Signal in the Sensor Spectrum-vector*). Model ini adalah salah satu model koreksi atmosfer untuk proses menghilangkan pengaruh atmosfer pada nilai-nilai pemantulan citra yang diambil oleh sensor satelit.

f. Indeks vegetasi

Pengolahan indeks vegetasi dilakukan dengan memasukkan algoritma indeks vegetasi. Dalam penelitian ini menggunakan algoritma *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Algoritma NDVI sebagai berikut:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Keterangan :

NIR = Nilai band spektral infra merah dekat

RED = Nilai band spektral merah

proses memasukkan algoritma indeks vegetasi ini akan menghasilkan nilai spektral citra antara -1 sampai dengan 1.

- g. Selanjutnya, dilakukan klasifikasi dengan memasukkan range nilai tiap jenis kerapatan vegetasi.

Kelas	Kisaran NDVI	Tingkat Kepuasan
1	0 s.d 0,32	Jarang
2	0,32 s.d 0,42	Sedang
3	>0,42 s.d 1	Tinggi

- h. Pembuatan peta tentatif yaitu pembuatan peta hasil pengolahan di citra sebelum adanya data dari lapangan peta tentatif berskala 1:25.000 untuk landsat-8 1:5.000 untuk SPOT 6 dan 1:5.000 untuk Pleiades 1A.
- i. Observasi di lapangan
Meliputi pengambilan Sampel Parameter (air dan tanah), dan sampel *spectral ground*. Sampel parameter yang diambil adalah tanah dan air secara fisik dan kimia. Secara kimia sampel parameter air dan tanah dilakukan uji lab untuk mengetahui PH, salinitas, zat hara, dan jenis tanahnya. *Spectral ground* diambil sesuai dengan koordinat titik sampel parameter yang selanjutnya akan diperoleh data tabulasi antara nilai reflektan pada citra dengan nilai *Spektral Ground*. Dari data tabulasi tersebut akan dihitung nilai korelasinya untuk mengetahui hubungan antar variabel.
- j. Hubungan Korelasi
Untuk mengetahui hubungan korelasi antar variabel dilakukan uji korelasi pada nilai NDVI di citra dengan nilai NDVI foto UAV sehingga dapat diketahui bentuk hubungannya yaitu berhubungan rendah, sedang, kuat atau sangat kuat. Jika nilai NDVI citra tinggi dan nilai NDVI foto UAV juga semakin tinggi maka memiliki hubungan yang positif begitu juga sebaliknya. Kemudian nilai NDVI yang hubungan korelasinya paling optimal digunakan

sebagai acuan untuk mengetahui hubungan korelasi antara NDVI citra dan sampel parameter.

k. Analisis

Pada tahap ini dianalisa korelasi antar citra dengan foto yang paling baik (optimal). Dan juga menganalisa parameter yang berpengaruh terhadap vegetasi ekosistem mangrove. Selanjutnya, dilakukan tahap akhir dari penelitian, yaitu penyusunan dan penulisan laporan berikut informasi petanya. Peta yang diperoleh dalam penelitian ini adalah peta kondisi ekosistem mangrove skala 1:25.000 dan 1:5.000.

BAB IV HASIL DAN ANALISA

4.1 Data Citra

Citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Citra satelit Pleiades 1A dengan resolusi spasial 0,5 m akuisisi tanggal 28 Agustus 2015.

```
<Time>
  <Time_Range>
    <START>2015-08-28T02:50:06.8198180Z</START>
    <END>2015-08-28T02:50:12.8185940Z</END>
  </Time_Range>
  <Time_Stamp>
    <LINE_PERIOD>0.294</LINE_PERIOD>
  </Time_Stamp>
</Time>
<Ephemeris>
  <EPHEMERIS_USED>CORRECTED</EPHEMERIS_USED>
  <Point_List>
    <Point>
```

Gambar 4.1 Metadata Pleiades 1A



Gambar 4.2 Raw Data Pleiades 1A

Citra Landsat-8 dengan resolusi spasial 30 m akuisisi tahun 2013, 2014, 2015, 2016.

```

DATA_TYPE = "L1T"
ELEVATION_SOURCE = "GLS2000"
OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF"
SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8"
SENSOR_ID = "OLI_TIRS"
WRS_PATH = 118
WRS_ROW = 65
NADIR_OFFNADIR = "NADIR"
TARGET_WRS_PATH = 118
TARGET_WRS_ROW = 65
DATE_ACQUIRED = 2013-07-28

```

Gambar 4.3 Metadata Landsat-8 tahun 2013

```

DATA_TYPE = "L1T"
ELEVATION_SOURCE = "GLS2000"
OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF"
SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8"
SENSOR_ID = "OLI_TIRS"
WRS_PATH = 118
WRS_ROW = 65
NADIR_OFFNADIR = "NADIR"
TARGET_WRS_PATH = 118
TARGET_WRS_ROW = 65
DATE_ACQUIRED = 2014-09-01

```

Gambar 4.4 Metadata Landsat-8 tahun 2014

```

DATA_TYPE = "L1T"
ELEVATION_SOURCE = "GLS2000"
OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF"
SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8"
SENSOR_ID = "OLI_TIRS"
WRS_PATH = 118
WRS_ROW = 65
NADIR_OFFNADIR = "NADIR"
TARGET_WRS_PATH = 118
TARGET_WRS_ROW = 65
DATE_ACQUIRED = 2015-06-16

```

Gambar 4.5 Metadata Landsat-8 tahun 2015

```

DATA_TYPE = "L1T"
ELEVATION_SOURCE = "GLS2000"
OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF"
SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8"
SENSOR_ID = "OLI_TIRS"
WRS_PATH = 118
WRS_ROW = 65
NADIR_OFFNADIR = "NADIR"
TARGET_WRS_PATH = 118
TARGET_WRS_ROW = 65
DATE_ACQUIRED = 2016-08-21

```

Gambar 4.6 Metadata Landsat-8 tahun 2016



Gambar 4.7 Raw data Landsat-8

4.2 Penajaman Citra (Pansharpening)

Dalam penelitian tugas akhir ini data citra satelit yang digunakan adalah berupa raw data atau masih berupa data mentah. Sebelum melakukan proses lebih lanjut, citra satelit terlebih dahulu dilakukan penajaman citra dengan tujuan membuat citra satelit memiliki kenampakan yang lebih jelas karena memiliki warna natural color seperti pada citra multispektral namun memiliki resolusi spasial yang sesuai dengan resolusi spasial pada citra pankromatik.

Hasil penajaman citra satelit Pleiades 1A ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 4.8 Citra Pleiades multispektral (A), pankromatik (B) dan hasil pansharpening (C)

4.3 Pemotongan Citra

Pemotongan citra dilakukan berdasarkan daerah yang terdapat hutan mangrove. Tujuan dari pemotongan citra ini agar penelitian fokus pada wilayah studi.



Gambar 4.9 Hasil pemotongan citra Pleiades 1A

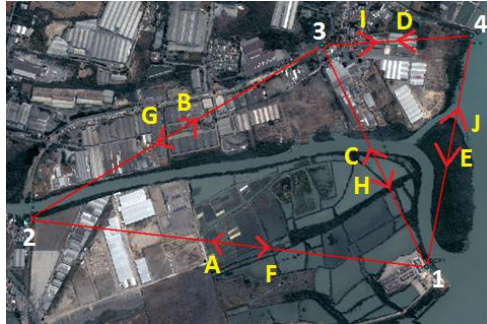


Gambar 4.10 Hasil pemotongan citra Landsat-8

4.4 Pembuatan Desain Jaringan Titik Kontrol

Pada penelitian ini pada citra Pleiades 1A dan SPOT 6 dibuat desain jaringan dengan titik kontrol tanah atau GCP berjumlah 4 titik. Dari 4 titik kontrol tanah didapatkan 5 baseline pada desain jaringan yang telah dibuat sedangkan citra landsat 8 dibuat desain jaringan dengan titik kontrol tanah atau GCP berjumlah 5 buah dan 7 baseline.

Titik – titik kontrol tanah pada umumnya diletakkan pada objek yang memiliki kenampakan jelas pada citra dan tidak mengalami perubahan pada lapangan, sehingga objek dapat dipastikan dapat diukur dan diinterpretasikan di citra dengan tepat.



Gambar 4.11 Desain jaring titik kontrol tanah citra Pleiades 1A



Gambar 4.12 Desain jaring titik kontrol tanah citra Landsat 8

4.5 Perhitungan SOF

Pada penelitian ini didapatkan hasil perhitungan SoF untuk citra Pleiades 1A dan SPOT 6 senilai 0.208 dan hasil perhitungan SOF citra landsat 8 sebesar 0.149 Selain itu penentuan titik kontrol tanah dilakukan secara menyebar pada keseluruhan citra.

Dimana semakin kecil bilangan faktor kekuatan jaringan tersebut di atas, maka akan semakin baik konfigurasi jaringan dan sebaliknya (Abidin, 2002).

Hasil perhitungan SoF dari titik-titik GCP Landsat 8 yaitu:

Jumlah baseline : 14

Jumlah titik : 5

N_ukuran : Jumlah baseline \times 3 = 42

N_parameter : Jumlah titik \times 3 = 15

U : N_ukuran - N_parameter = 27

SoF = $[\text{Trace}(\mathbf{A}^T \mathbf{A})^{-1}] / \mathbf{U}$
= 0.149

Hasil perhitungan SoF dari titik-titik GCP Pleiades 1A yaitu:

Jumlah Baseline : 10

Jumlah Titik : 4

N ukuran : Jumlah Baseline \times 3 = 30

N Parameter : Jumlah titik \times 3 = 12

U : N ukuran - N Parameter = 18

SoF = $[\text{Trace}(\mathbf{A}^T \mathbf{A})^{-1}] / \mathbf{U}$
= 0.208

4.6 Hasil Pengukuran Lapangan

Hasil pengukuran lapangan berupa data koordinat (x,y) yaitu data *Ground Control Point* (GCP) yang nantinya digunakan sebagai data acuan koreksi geometrik pada citra satelit Pleiades 1A dan data *Independent Check Point* (ICP) yang akan digunakan untuk uji ketelitian geometrik pada citra hasil rektifikasi.

4.6.1 Hasil Pengukuran *Ground Control Point*(GCP)

GCP diukur di lapangan menggunakan alat GPS Geodetik dengan metode statik dengan pengamatan selama 60 menit. Berikut adalah hasil koordinat yang diperoleh dari pengukuran lapangan. Titik koordinat GCP telah terikat dengan SRGI BIG SBY1.

Tabel 4.1 Koreksi Koordinat SRGI BIG

Koordinat SRGI BIG		Koordinat SRGI Lapangan		Koreksi	
X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	Delta X	Delta Y
688795,91	9200452,98	688796,01	9200452,64	-0,194	0,674

Tabel 4.2 Data Koordinat GCP dari SRGI

Nama	Koordinat Lapangan		Koordinat Setelah Terkoreksi (SRGI)	
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
GCP1	683755,25	9204025,24	683755,22	9204025,32
GCP2	681985,59	9204297,54	681985,56	9204297,63
GCP3	683284,29	9205011,8	683284,26	9205011,89
GCP4	683945,79	9205031,53	683945,76	9205031,61

Tabel 4.3 Data Pengukuran Independent Check Point (ICP)

Titik	GCP	
	X	Y
ICP1	683726,088	9204075,323
ICP2	683832,423	9203948,026
ICP3	681868,389	9204072,107
ICP4	681918,319	9204209,049
ICP5	683266,667	9205000,743
ICP6	683279,843	9204951,208
ICP7	683974,035	9205019,665

4.7 Koreksi Geometrik

Citra satelit Landsat 8 dengan resolusi spasial 30 meter dikoreksi secara image to map dengan menggunakan peta RBI skala 1:25.000 dan citra satelit Pleiades 1A dengan resolusi 0.5 m dikoreksi dengan GCP (Ground Control Point) yang didapatkan

[illegible]

Titik	Map		Image		Error		RMSE
	X	Y	X	Y	X	Y	
1	683755,22	9204025,32	2163,50	3754,00	-0,48	-0,31	0,27
2	681985,56	9204297,63	2104,50	3744,50	0,48	0,31	0,17
3	683284,27	9205011,89	2147,50	3721,25	-0,31	-0,21	0,37
4	683945,76	9205031,61	2169,50	3720,00	0,23	0,12	0,19
5	688366,85	9204116,33	2313,75	3750,50	0,15	0,14	0,18
	Total RMS Error						0,24

[illegible]

Tabel 4.7 Nilai Total RMSE Landsat 8 tahun 2016

Titik	Map		Image		Error		RMSE
	X	Y	X	Y	X	Y	
1	683755,22	9204025,32	2243,00	3754,00	-0,58	-0,11	0,32
2	681985,56	9204297,63	2084,25	3745,00	0,59	0,13	0,22
3	683284,27	9205011,89	2127,50	3721,00	-0,37	-0,11	0,38
4	683945,76	9205031,61	2149,75	3720,50	0,22	0,15	0,21
5	688366,85	9204116,33	2291,00	3749,75	0,24	0,15	0,18
Total RMS Error							0,26

Tabel 4.8 Nilai Total RMSE Pleiades 1A tahun 2015

Titik	GCP		Pleiades 1A		Error		RMSE
	X	Y	X	Y	X	Y	
GCP1	683755,221	9204025,322	3605	4575	-0,39	0,31	0,5
GCP2	681985,565	9204297,628	306,3	2162,7	0,11	0,26	0,28
GCP3	683284,265	9205011,886	2702,2	656,6	0,35	0,32	0,47
GCP4	683945,764	9205031,609	3932,6	541,9	0,16	0,29	0,33
RMSE Total							0,41

Tabel 4.9 Nilai Total RMSE SPOT 6 tahun 2016

Titik	Base		Warp		Error		RMSE
	X	Y	X	Y	X	Y	
GCP 1	4391,50	3033,00	1597,75	209,75	0,26	0,19	0,31
GCP 2	4131,00	5180,00	1511,75	934,00	0,15	0,26	0,39
GCP 3	3434,50	3551,50	1277,75	391,00	0,19	0,59	0,62
GCP 4	3713,75	3523,00	1371,75	380,75	-0,26	-0,80	0,85
Total RMS Error							0,54

Proses rektifikasi citra Pleiades 1A menggunakan polinomial orde 1 yang mana pada polinomial orde 1 ini dibutuhkan minimal 3 titik GCP. Untuk citra SPOT 6 proses rektifikasi secara image to image menggunakan citra Pleiades 1A terektifikasi hal ini dikarenakan pada citra SPOT 6 tidak terdapat meta data citra. Dari hasil pelaksanaan koreksi geometrik citra

satelit Landsat 8 tahun 2013,2014,2015 dan 2016 menggunakan 5 titik GCP, nilai kesalahan Root Mean Square (RMS) adalah 0.22, 0.24, 0.22, dan 0.26 piksel. Untuk citra Pleiades 1A tahun 2015 menggunakan 4 titik GCP nilai kesalahan Root Mean Square (RMS) 0.41 piksel. Sedangkan RMSE citra SPOT 6 sebesar 0.54. Sehingga hal ini telah masuk toleransi yang disyaratkan yaitu kurang dari 1 piksel (Purwadhi, 2001).

4.8 Uji Ketelitian Geometrik

Uji ketelitian geometrik diperoleh dengan mencari residu data pengukuran di lapangan yang berupa titik koordinat dari pengukuran GPS Geodetik dan titik koordinat dari citra satelit hasil rektifikasi. Uji ketelitian geometrik dilakukan pada citra satelit Pleiades 1A dan SPOT 6 hasil rektifikasi. Pada perhitungan RMSE untuk uji ketelitian geometrik digunakan 7 titik ICP. Berikut ini adalah hasil pengolahan dari uji ketelitian geometrik citra satelit Pleiades 1A dan SPOT 6:

Tabel 4.10 Hasil Uji Ketelitian Geometrik Citra Satelit Pleiades

Titik	Koordinat ICP		Pleiades 1A		RMSE
	X	Y	X	Y	
ICP1	683726,09	9204075,32	683725,78	9204075,02	0,45
ICP2	683832,42	9203948,03	683832,63	9203948,9	0,77
ICP3	681868,39	9204072,11	681868,68	9204072,28	0,67
ICP4	681918,32	9204209,05	681918,52	9204208,79	0,76
ICP5	683266,67	9205000,74	683266,44	9205000,98	0,45
ICP6	683279,84	9204951,21	683278,65	9204951,48	0,74
ICP7	683974,04	9205019,67	683974,33	9205019,59	0,53
RMSE					0,63

Tabel 4.11 Hasil Uji Ketelitian Geometrik Citra Satelit SPOT 6
Hasil Rektifikasi

Titik	Koordinat ICP		SPOT 6		RMSE
	X	Y	X	Y	
ICP1	683726,088	9204075,323	683725,223	9204074,423	0,56
ICP2	683832,423	9203948,026	683833,232	9203947,021	0,98
ICP3	681868,389	9204072,107	681868,984	9204071,284	0,67
ICP4	681918,319	9204209,049	681917,522	9204208,092	0,86
ICP5	683266,667	9205000,743	683267,043	9205001,473	0,65
ICP6	683279,843	9204951,208	683280,646	9204950,284	0,74
ICP7	683974,035	9205019,665	683974,933	9205019,082	0,73
RMSE					0,74

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Akurasi Horizontal pada Citra
Satelit Pleiades 1A dan SPOT 6

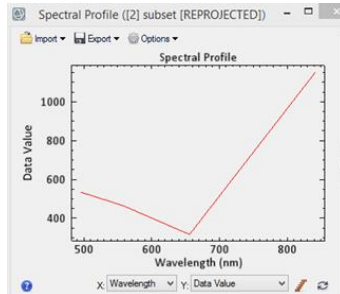
Citra	Akurasi Horizontal (m)
	(CE90 = 1,5175 x RMSE)
Pleiades 1A	0,956
SPOT 6	1,125

Berdasarkan hasil yang didapatkan, maka citra Pleiades hasil rektifikasi memenuhi syarat dan dapat digunakan untuk pembuatan peta dasar RDTR skala 1:5000 kelas 1 dengan syarat ketelitian horizontal 1 meter. Dan citra SPOT6 hasil rektifikasi dapat digunakan untuk pembuatan peta dasar RDTR skala 1:5000 kelas 2 dengan syarat ketelitian horizontal sebesar 1,5 meter(BIG,2014).

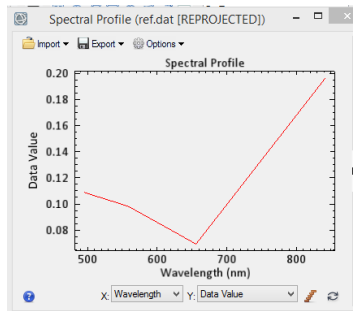
4.9 Koreksi Radiometrik

Tujuan utama dari koreksi radiometrik ini adalah untuk mengubah data pada citra yang pada umumnya disimpan dalam bentuk *Digital Number* (DN) menjadi reflektan. Proses konversi DN ke reflektan dibutuhkan sebagai nilai inputan pada rumusan algoritma indeks vegetasi. Sehingga untuk melakukan proses ini digunakan perhitungan yang melibatkan metadata citra. Koreksi radiometrik pada citra Pleiades 1A dilakukan dengan

menggunakan *Gain and Offset*, data yang diperlukan adalah *radiance* atau *reflectance multiple rescaling factor* (GAIN) dan *additive rescaling factor* (OFFSET). Data *gain Offset* dapat dilihat pada metadata citra.



Gambar 4.13 Nilai Digital Number Citra Pleiades 1A



Gambar 4.14 Nilai reflektan Citra Pleiades 1A

Sedangkan koreksi radiometrik pada citra Landsat 8 terdiri dari kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosfer. Kalibrasi radiometrik dilakukan dengan cara mengkonversi nilai data citra asli hasil unduhan yaitu DN (*Digital Number*) ke nilai radian ToA (*Top of Atmospheric*). Koreksi atmosfer dilakukan dengan cara mengkonversi nilai radian ToA ke nilai reflektan BoA (*Bottom of Atmospheric*) menggunakan metode 6SV (*Second Simulation of the Sensor Signal in the Sensor Spectrum-vector*). Koreksi citra dengan metode 6SV dilakukan sebagai koreksi atmosfer. Model

ini adalah salah satu model koreksi atmosfer untuk proses menghilangkan pengaruh atmosfer pada nilai-nilai pemantulan citra yang diambil oleh sensor satelit(Danoedoro,1996). Beberapa parameter yang diperlukan untuk melakukan metode 6SV ini yaitu:

Tabel 4.13 Parameter metode 6SV

No	Jenis Data
1	Tanggal perekaman data
2	<i>Solar zenithal angle</i>
3	<i>Solar azimuthal angle</i>
4	<i>Sensor zenithal angle</i>
5	<i>Sensor azimuthal angle</i>
6	Jarak pandang
7	Panjang gelombang tiap kanal

Karena kanal pada citra yang digunakan pada penelitian ini hanya kanal 4 dan 5 maka proses koreksi atmosfer hanya dilakukan pada kanal tersebut saja. Berikut ini merupakan koefisien parameter koreksi atmosfer (XA XB XC) yang didapat dari hasil simulasi menggunakan program 6SV:

Tabel 4.14 Koefisien Koreksi Atmosfer Citra Landsat-8

Tahun	Kanal	Xa	Xb	Xc
2013	4	0.00327	0.05247	0.12847
	5	0.00480	0.03260	0.10091
2014	4	0.00293	0.05615	0.12847
	5	0.00431	0.03585	0.10091
2015	4	0.00341	0.05162	0.12847
	5	0.00499	0.03160	0.10091
2016	4	0.00304	0.05487	0.12847
	5	0.00447	0.03452	0.10091

Setelah mendapat koefisien koreksi atmosfer, maka koefisien tersebut dimasukkan kedalam persamaan:

$$y = x_a * (L) - x_b \quad (4.1)$$

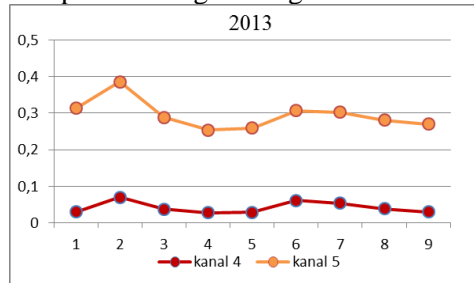
$$acr = y / (1 + x_c * y) \quad (4.2)$$

Dimana :

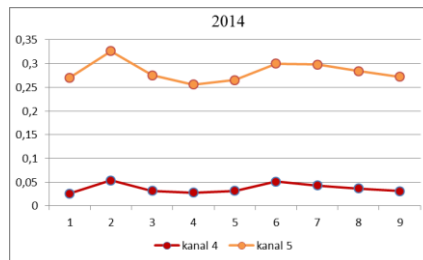
ρ_{arc} =reflektan permukaan (*bottom of atmosphere*)

X_a, X_b, X_c =Koefesien atmosfer

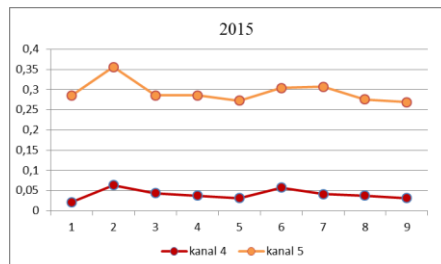
Berikut ini adalah nilai reflektan BoA hasil dari proses koreksi atmosfer pada masing-masing citra:



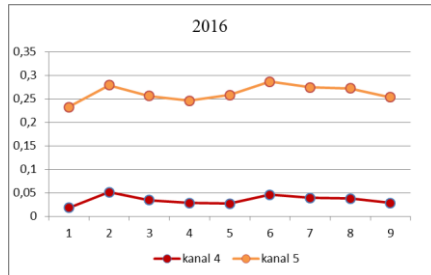
Gambar 4.15 Nilai Reflektan Citra Landsat 8 2013



Gambar 4.16 Nilai Reflektan Citra Landsat 8 2014



Gambar 4.17 Nilai Reflektan Citra Landsat 8 2015

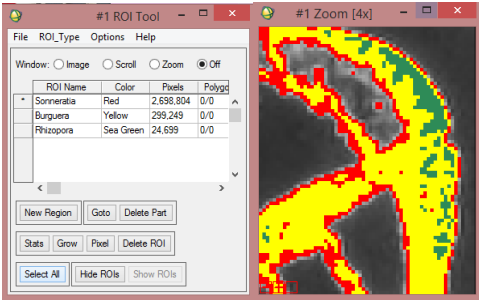


Gambar 4.18 Nilai Reflektan Citra Landsat 8 2016

4.10 Perhitungan Algoritma NDVI dan Klasifikasi Mangrove

Indeks vegetasi merupakan saluran spektral yang menjadi salah satu indikator untuk mengetahui tingkat kehijauan atau kerapatan vegetasi pada suatu wilayah. Indeks vegetasi pada pengolahan data dilakukan dengan menggunakan algoritma *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI).

Variasi nilai indeks vegetasi yang berkisar antara -1 (nilai minimum) dan +1 (nilai maksimum) mencerminkan kondisi, jenis, dan karakteristik vegetasi (Danoedoro, 1996). Nilai indeks vegetasi bernilai positif apabila permukaan vegetasi lebih banyak memantulkan radiasi pada gelombang panjang inframerah dibandingkan dengan cahaya tampak. Indeks vegetasi yang bernilai nol apabila pemantulan energi yang direkam oleh gelombang cahaya tampak sama dengan gelombang inframerah dekat, sering terjadi di daerah pemukiman, tanah berair, daratan non vegetasi dan awan. Sedangkan indeks vegetasi negatif apabila permukaan awan dan air lebih banyak memantulkan energi gelombang cahaya tampak dibandingkan inframerah dekat (Van Dijk dalam Kushardono, 1999). Berikut ini adalah hasil klasifikasi kesehatan Mangrove berdasarkan nilai indeks vegetasi.



Gambar 4.19 Hasil Klasifikasi Jenis Ekosistem Mangrove berdasarkan nilai NDVI citra Pleiades 1A



Gambar 4.20 Hasil Klasifikasi Kerapatan Mangrove berdasarkan nilai NDVI citra landsat 8

Dari hasil klasifikasi vegetasi mangrove berdasarkan nilai NDVI pada gambar 4.16 maka dapat diketahui luasan tiap kelas dari hasil klasifikasi tersebut dalam tabel 4.15-4.17 berikut ini:

Tabel 4.15 Luas (ha) Jenis Ekosistem Mangrove menggunakan Citra Pleiades 1A

No	NDVI	Jenis	Luas (Ha)
1	0 - 0,32	<i>Sonneratia sp.</i>	6,69
2	3,2 - 0,42	<i>Avicennia sp.</i>	6,24
3	0,42 - 1	<i>Rhizophora sp.</i>	16,23

Sumber : Hasil Pengolahan dan Perhitungan

Tabel 4.16 Luas (ha) Jenis Ekosistem Mangrove menggunakan Citra SPOT 6

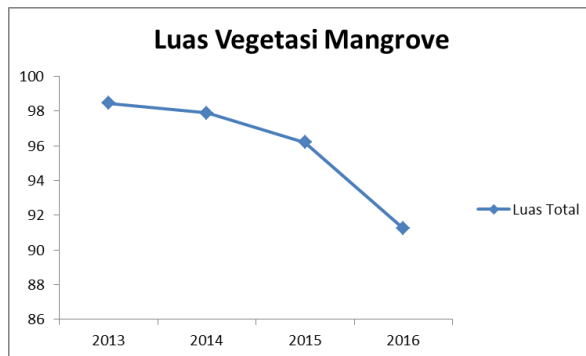
No	NDVI	Jenis	Luas (Ha)
1	0 - 0,32	<i>Sonneratia sp.</i>	7,65
2	3,2 - 0,42	<i>Avicennia sp.</i>	9,18
3	0,42 - 1	<i>Rhizophora sp.</i>	10,41

Sumber : Hasil Pengolahan dan Perhitungan

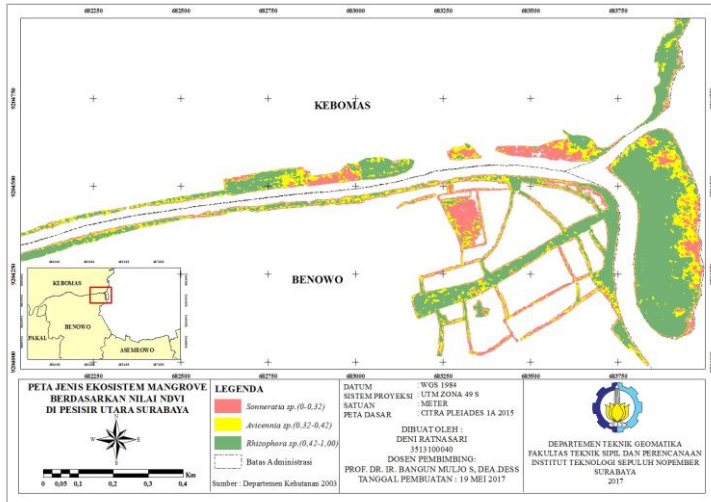
Tabel 4.17 Luas (ha) dari Klasifikasi kondisi kerapatan Mangrove citra Landsat-8

Tahun	Jarang	Sedang	Rapat	Luas Total
2013	19,89	8,82	69,75	98,46
2014	32,19	17,73	47,97	97,89
2015	27,09	12,24	56,88	96,21
2016	38,25	7,92	45,08	91,25

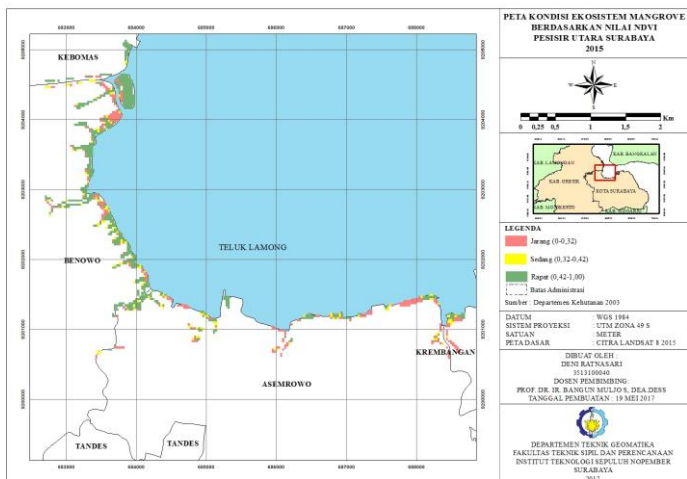
Sumber : Hasil Pengolahan dan Perhitungan



Gambar 4.21 Hasil Luas Vegetasi Mangrove



Gambar 4.22 Peta Jenis Ekosistem mangrove Tahun 2015



Gambar 4.23 Peta Kerapatan Kondisi Ekosistem mangrove Tahun 2015

Berdasarkan gambar grafik 4.17 Luas vegetasi mangrove dari tahun 2013 sampai 2016 semakin menurun 1%-5%. Tahun 2013 ke 2016 luas mangrove di pesisir utara surabaya menurun sebanyak 0,57 Ha tahun 2014 ke 2015 menurun sebesar 1,68 Ha, dan tahun 2015 ke 2016 menurun cukup banyak yaitu sebesar 4,96 Ha. Dari hasil klasifikasi tersebut maka kondisi ekosistem mangrove di pesisir utara Surabaya dari tahun 2013 ke tahun 2016 semakin memburuk hal ini dapat dikarenakan adanya perkembangan pembangunan yang cukup pesat di wilayah Utara Surabaya seperti pembangunan Pelabuhan, Industri, Pergudangan dan Tambak. Perkembangan tersebut menjadikan aktivitas pertumbuhan mangrove terganggu oleh pencemaran lingkungan. Jika mengacu pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 201 tahun 2004 tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Hutan Mangrove pada tabel 4.18

Tabel 4.18 Kriteria Baku Kerusakan Mangrove

Kriteria		Penutupan (%)	Kerapatan (Pohon/Ha)
Baik	Padat	≥ 75	≥ 1500
	Sedang	$\geq 50 - < 75$	$\geq 1000 - < 1500$
Rusak	Jarang	< 50	< 1000

Sumber : Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.201 Tahun 2004

Hutan mangrove di Pesisir utara Surabaya selama tahun 2013 – 2016 dalam kondisi baik menuju rusak dengan penutupan dan kerapatan pohon antara 40-60%. Menurut Kusumaningrum, 2013 dari aspek ketebalan, kondisi hutan mangrove di Pesisir utara Surabaya cukup memprihatinkan karena ketebalan ideal hutan mangrove di Surabaya 1,5-3 meter. Dari hasil klasifikasi diatas kondisi ekosistem hutan mangrove di utara Surabaya dari tahun ketahun mengalami penurunan dan membutuhkan perhatian yang serius mengingat keberadaan hutan mangrove sangat

penting bagi perkembangan hidup biota laut dan juga perkembangan kota Surabaya.

4.11 Hubungan Korelasi NDVI Citra dengan Spektral Ground di Lapangan

Hubungan korelasi antara nilai algoritma NDVI citra dengan spektral ground di lapangan dapat diketahui melalui uji korelasi antar 2 variabel. Uji korelasi dilakukan untuk validasi data nilai NDVI pada citra dan nilai *spektral ground* di lapangan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui berapa prosentase hasil pengolahan citra yang merepresentasikan kondisi sebenarnya di lapangan. Uji korelasi dilakukan dengan cara mengambil sampel secara acak yang mewakili penyebaran indeks vegetasi pada 3 zona yaitu zona depan, zona tengah, dan zona belakang. Pada penelitian ini diambil 3 titik sampel yang masing-masing terdiri dari 3 zona jadi total sampel yang diambil ada 9 titik. Sampel (*Spektral Ground*) pada penelitian ini diambil menggunakan kamera UAV (wahana pesawat tanpa awak) pada daerah muara kali Lamong pesisir Utara Surabaya, untuk mendapatkan nilai NDVI pada foto digunakan pendekatan panjang gelombang yang mendekati panjang gelombang pada citra Landsat 8, SPOT 6 dan Pleiades 1A.



Gambar 4.24 Sampel Spektral Ground menggunakan kamera UAV

Keterangan:

1 = Zona depan (nilai spektral = 0,317829)

2 = Zona tengah (nilai spektral = 0,80212)

3 = Zona belakang (nilai spektral = 0,432584)

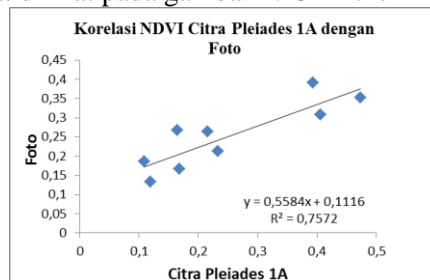
Sebaran titik yang digunakan dalam uji korelasi yang mendeskripsikan hubungan antara nilai NDVI pada citra dengan nilai *Spektral Ground*, sebagai berikut :

Tabel 4.19 Data Nilai NDVI pada Citra terhadap Spektral Ground di Lapangan

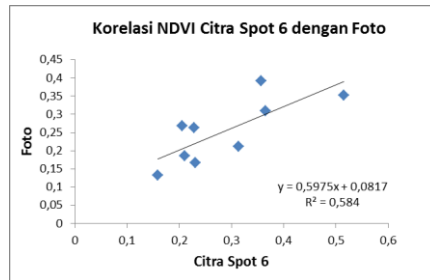
Nama Titik	Koordinat		Nilai NDVI			
	X (m)	Y(m)	Pleiades 1A	Landsat 8	SPOT 6	Foto
R1	683787,79	9204064,44	0,168	0,223	0,230	0,166
R2	683772,81	9204058,97	0,232	0,252	0,313	0,211
R3	683759,63	9204052,3	0,472	0,417	0,514	0,352
P1	683545,32	9204579,08	0,119	0,302	0,158	0,132
P2	683539,37	9204598,26	0,164	0,256	0,205	0,267
P3	683527,46	9204613,48	0,405	0,395	0,365	0,308
K1	683953,89	9204992,23	0,108	0,445	0,210	0,185
K2	683933,05	9204995,54	0,215	0,463	0,228	0,263
K3	683914,86	9204999,17	0,393	0,470	0,356	0,390

Sumber : Hasil Pengolahan dan Perhitungan

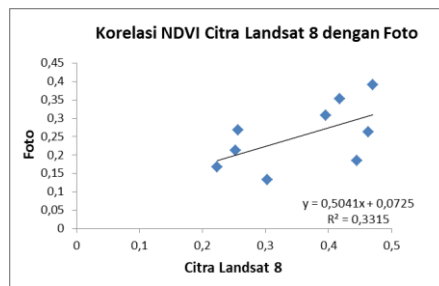
Hasil korelasi hubungan antara nilai NDVI citra dan foto di lapangan dapat dilihat pada gambar 4.25 – 4.27



Gambar 4.25 Hasil Korelasi NDVI citra Pleiades 1A dengan Foto



Gambar 4.26 Hasil Korelasi NDVI citra Spot 6 dengan Foto



Gambar 4.27 Hasil Korelasi NDVI citra Landsat 8 dengan Foto

Dari hasil uji korelasi NDVI citra Pleiades 1A dengan foto di lapangan didapatkan nilai R^2 sebesar 0,76 atau koefisien korelasi (R) sebesar 0,87. Sehingga dapat dikatakan antara nilai NDVI pada citra Pleiades 1A dan foto berkorelasi sebesar 87%. Hasil korelasi apabila ditinjau dari tingkat hubungan korelasi, menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara citra dan foto. Hubungan korelasi sangat kuat dengan interval koefisien antara 0,8 – 1,00 (Sugiyono,2007). Hasil uji korelasi NDVI citra Spot 6 dengan foto didapatkan nilai R^2 sebesar 0,58 atau koefisien korelasi (R) 0,76. Sehingga dapat dikatakan antara nilai NDVI pada citra SPOT 6 dan foto berkorelasi sebesar 76% hal ini menunjukkan hubungan yang kuat antara citra dan foto. Sedangkan Landsat 8 dengan foto didapatkan nilai nilai R^2 sebesar 0,33 atau koefisien korelasi (R) sebesar 0,56. Sehingga dapat dikatakan antara nilai NDVI pada citra Landsat 8 dengan foto berkorelasi sedang sebesar 56%. Koefisien korelasi bertanda

positif artinya hubungan nilai NDVI pada citra dengan foto satu arah, sehingga jika nilai NDVI semakin tinggi maka nilai NDVI foto juga semakin tinggi.

Berdasarkan hasil uji korelasi validasi data antara nilai NDVI citra dan spektral ground di lapangan dapat disimpulkan bahwa penggunaan NDVI pada citra satelit Pleiades 1A cukup optimal untuk analisa kondisi ekosistem mangrove. Untuk selanjutnya penggunaan NDVI citra Pleiades 1A digunakan untuk validasi hubungan dengan parameter.

4.12 Hubungan Korelasi NDVI Citra dengan Sampel Parameter

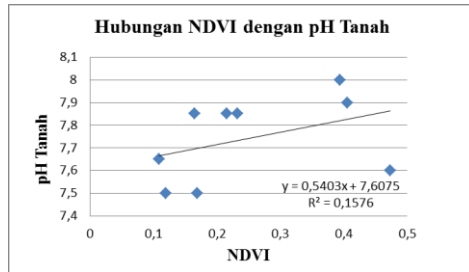
Analisis korelasi bertujuan untuk mengukur kekuatan hubungan linear antara dua variabel. Metode regresi linier digunakan untuk mengetahui hubungan antar variabel yang memiliki banyak parameter.

Tabel 4.20 Nilai Indeks Vegetasi (NDVI) dengan Uji Sampel Parameter Tanah

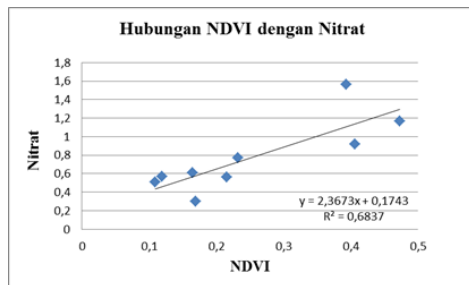
Nama Titik	Koordinat		NDVI Pleiades 1A	Jenis Mangrove	Kerikil (%)	Jenis Tanah			N %N	P %P	K (ppm)	pH
	X	Y				Pasir (%)	Lempung (%)	Lanau (%)				
R1	683.787,79	9.204.064,44	0,169	<i>Sonneratia sp.</i>	18,01	52,42	19,02	10,55	0,3	0,19	1710,9	7,5
R2	683.772,81	9.204.058,97	0,233	<i>Avicennia sp.</i>	2,037	16,9	52,14	28,93	0,77	0,24	1849,6	7,9
R3	683.759,63	9.204.052,30	0,473	<i>Rhizophora sp.</i>	1,936	14,52	53,73	29,81	1,17	0,31	2447,5	7,6
P1	683.545,32	9.204.579,08	0,119	<i>Sonneratia sp.</i>	13,63	41,57	28,82	15,99	0,57	0,21	1012,2	7,5
P2	683.539,37	9.204.598,26	0,164	<i>Avicennia sp.</i>	1,748	8,962	57,43	31,86	0,61	0,23	2418,4	7,9
P3	683.527,46	9.204.613,48	0,406	<i>Rhizophora sp.</i>	2,096	15,73	52,85	29,32	0,92	0,21	2836,1	7,9
K1	683.953,89	9.204.992,23	0,109	<i>Sonneratia sp.</i>	15,66	47,75	23,53	13,06	0,51	0,16	1546,9	7,7
K2	683.933,05	9.204.995,54	0,215	<i>Avicennia sp.</i>	2,178	13,32	54,35	30,15	0,56	0,22	2715,1	7,9
K3	683.914,86	9.204.999,17	0,394	<i>Rhizophora sp.</i>	1,958	14,69	53,61	29,74	1,56	0,39	3784,7	8

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

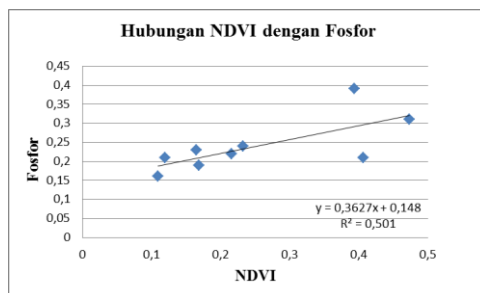
Hasil uji korelasi NDVI dengan parameter tanah dijelaskan dalam bentuk grafik pada gambar 4.28 – 4.32



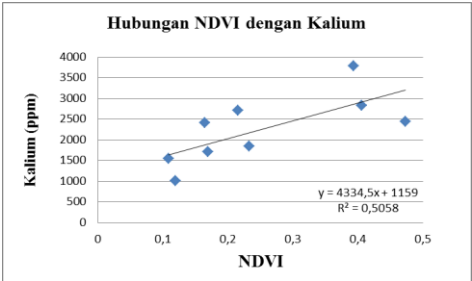
Gambar 4.28 Grafik hubungan NDVI dengan pH tanah



Gambar 4.29 Grafik hubungan NDVI dengan Nitrat



Gambar 4.30 Grafik hubungan NDVI dengan Fosfor



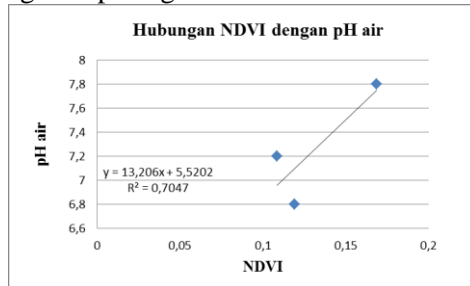
Gambar 4.31 Grafik hubungan NDVI dengan Kalium

Hasil uji korelasi antara NDVI dengan unsur hara Nitrat, Fosfor, dan Kalium tinggi dengan nilai (R) sebesar 0,83, 0,71, dan 0,72 hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang kuat antara nilai NDVI dan unsur hara NPK. Koefisien korelasi bertanda positif artinya hubungan nilai NDVI dengan parameter unsur hara satu arah, jika nilai NDVI semakin tinggi maka unsur hara NPK juga semakin tinggi hal ini dikarenakan ekosistem mangrove membutuhkan unsur hara NPK untuk proses fotosintesis. Tumbuhan dengan kandungan N,P,K yang cukup daunnya akan berwarna lebih hijau(Macnae,1968). Daun yang lebih hijau ini menyebabkan nilai reflektan pada citra lebih tinggi. Korelasi antara NDVI dengan pH termasuk kedalam korelasi dengan hubungan tingkat sedang dengan nilai (R) sebesar 0,41. Koefisien korelasi bertanda positif artinya hubungan nilai NDVI dengan parameter pH satu arah sehingga jika nilai NDVI semakin tinggi maka nilai pH juga semakin tinggi.

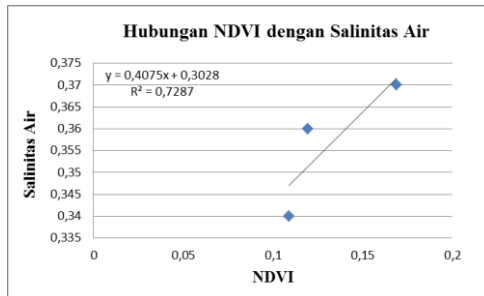
Tabel 4.21 Nilai Indeks Vegetasi (NDVI) dengan Uji Sampel Parameter Air

Nama titik	Koordinat		NDVI Pleiades	Jenis Mangrove	pH	Salinitas (ppt)	TSS (mg/L)
	X	Y					
K1	683954	9204992	0,169	<i>Sonneratia sp.</i>	7,8	0,34	20
P1	683545	9204579	0,119	<i>Sonneratia sp.</i>	6,8	0,36	28
R1	683788	9204064	0,109	<i>Sonneratia sp.</i>	7,2	0,37	50

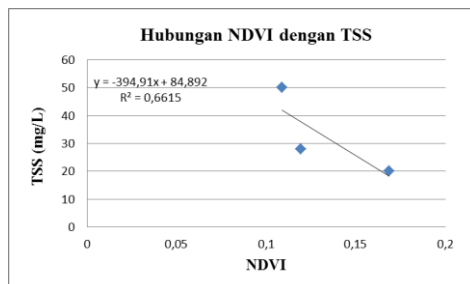
Hasil uji korelasi NDVI dengan parameter air dijelaskan dalam bentuk grafik pada gambar 4.32 – 4.34



Gambar 4.32 Grafik hubungan NDVI dengan pH air



Gambar 4.33 Grafik hubungan NDVI dengan Salinitas air



Gambar 4.34 Grafik hubungan NDVI dengan TSS

Korelasi NDVI dengan parameter air termasuk korelasi dengan hubungan sangat kuat dengan nilai (R) berturut-turut

0.83, 0.86, -0.81. Koefisien korelasi NDVI dengan parameter pH dan salinitas positif artinya semakin tinggi nilai NDVI maka semakin tinggi pula nilai pH dan salinitas air sedangkan koefisien korelasi NDVI dengan TSS negatif artinya semakin tinggi nilai NDVI maka nilai TSS semakin rendah hal ini dikarenakan TSS yang tinggi berindikasi adanya pencemaran sehingga menyebabkan warna daun pada mangrove tidak lagi hijau. Sehingga parameter yang paling berhubungan erat dengan ekosistem mangrove yaitu Salinitas dengan nilai korelasi sangat kuat sebesar 0.86.

4.13 Jenis Ekosistem Mangrove dan Karakteristiknya

Jenis mangrove di pesisir Utara Surabaya terdiri dari jenis *Sonneratia sp.*, *Avicennia sp.*, dan *Rhizophora sp.* masing-masing dari jenis tersebut mempunyai karakteristik tersendiri.

a. *Sonneratia sp.*

Sonneratia sp. biasanya hidup pada zona yang paling dekat dengan laut, dengan karakteristik daun memiliki kulit dan tersusun tunggal bersilangan, berbentuk oblong sampai bulat telur terbalik, didominasi oleh substrat agak berpasir dengan presentase pasir 52,4%, lempung 23,7% dan Lanau 13,1%. *Sonneratia sp.* cenderung mendominasi daerah berpasir, sementara *Avicennia sp.* dan *Rhizophora sp.* cenderung untuk mendominasi daerah yang lebih berlumpur (Macnae 1968). Salinitas area yang digenangi oleh air tawar atau air payau rata-rata sebesar 0.35 ppt, untuk pH air rata-rata 7.8. Dari hasil uji sampel di lapangan TSS di pesisir kali Lamong rata-rata sebesar 33 mg/L sehingga sangat mempengaruhi warna dari daun jenis *Sonneratia sp.* Karakteristik ekosistem mangrove mampu hidup pada kadar garam yang tinggi yaitu salinitas air tambak berkisar 10-35 ppt, dan salinitas area yang digenangi oleh air payau atau air asin dengan salinitas 10 -30 ppt dan area yang digenangi oleh air tawar atau air payau dengan salinitas 0-10 ppt, pH 6-9, TSS < 20 mg/l (Macnae 1968). Unsur hara pada jenis *Sonneratia sp.*

dengan presentase $N = 0,46\%$ $P = 0,20\%$ dan $K = 1423,30$ ppm/K paling rendah, kandungan N yang rendah menyebabkan warna daun mangrove tidak hijau sehingga nilai reflektan daun mangrove lebih rendah yaitu antara 0-0,32. Tumbuhan dengan kandungan N yang cukup daunnya akan berwarna lebih hijau (Macnae 1968).

b. *Avicennia sp.*

Jenis Ekosistem *Avicennia sp.* terletak dibelakang zona *Sonneratia sp.* dengan karakteristik daun berbentuk tunggal, bertangkai, berhadapan, bertepi rata, berujung runcing atau membulat. Substrat tanah didominasi oleh lempung 54,6%, Pasir 13,0% dan lanau 30,3%. Untuk kandungan unsur hara pada *Avicennia sp.* agak sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan zona *Sonneratia sp.* yaitu dengan presentase $N=0,65\%$ $P=0,23\%$ $K=2327,68$ ppm/K, dengan kondisi unsur hara yang lebih tinggi maka pada zona ini mendukung untuk pertumbuhan mangrove jenis *Avicennia sp.* hal ini dinyatakan dengan nilai reflektan dengan rentang nilai 0,32-0,42.

c. *Rhizophora sp.*

Jenis ekosistem mangrove *Rhizophora sp.* terletak di zona belakang dengan karakteristik daun tebal memiliki kulit dengan gagang daun berwarna hijau, daun berbentuk elips melebar hingga bulat memanjang dan ujungnya meruncing. Keadaan substrat tanah lempung dan lanau mendominasi yaitu sebesar 53,39% dan 29,62%. Untuk salinitas sangat rendah dan cenderung tawar hal ini dikarenakan pada zona (*Rhizophora sp.*) hanya terendam pasang dua kali dalam sebulan (Macnae, 1968). Sedangkan untuk unsur hara mendukung untuk pertumbuhan mangrove dengan nilai $N=1,22\%$, $P=0,31\%$, $K=3022,75$ ppm/K. *Rhizophora sp.* memiliki unsur hara yang tinggi sehingga nilai NDVI pada citra $>0,42$.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Berdasarkan pengolahan citra secara geometrik (luas) dan radiometrik (klasifikasi) untuk citra Pleiades 1A 2015 dengan skala 1:5.000 didapatkan jenis mangrove yang didominasi oleh *Rhizophora sp.* dengan luas 16,23 Ha, untuk citra SPOT 6 2016 dengan skala 1:5.000 didapatkan jenis mangrove yang didominasi oleh *Rhizophora sp.* dengan luas 10,41 Ha. Sedangkan untuk citra Landsat 8 dengan skala 1:25.000 didapatkan kelas vegetasi mangrove yang didominasi kelas Rapat seluas 54,92 Ha.
- b. Dari hasil klasifikasi kerapatan vegetasi mangrove berdasarkan nilai NDVI, kondisi vegetasi mangrove tahun 2013 sampai 2016 semakin memburuk dengan penurunan luas 1Ha – 5 Ha pertahun atau sekitar 1% - 5% pertahun.
- c. Faktor lingkungan yang mempengaruhi kondisi vegetasi mangrove adalah salinitas, hasil uji korelasi menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara nilai NDVI citra dengan parameter salinitas yaitu (R) sebesar 0,86.

5.2 Saran

Saran yang bisa diberikan untuk penelitian selanjutnya pada bidang terkait adalah :

- a) Untuk penelitian selanjutnya seharusnya menggunakan citra SPOT dengan band NIR agar hasil klasifikasinya lebih baik.
- b) Pengambilan data lapangan uji sampel sebaiknya lebih dari 3 sampel agar hasil uji korelasi semakin baik dan akurat.

- c) Untuk perolehan luas hutan mangrove yang lebih baik, pemilihan citra hendaknya yang bebas atau minim dari tutupan awan dikarenakan akan sangat mempengaruhi terhadap hasil perhitungan luas.

DAFTAR PUSTAKA

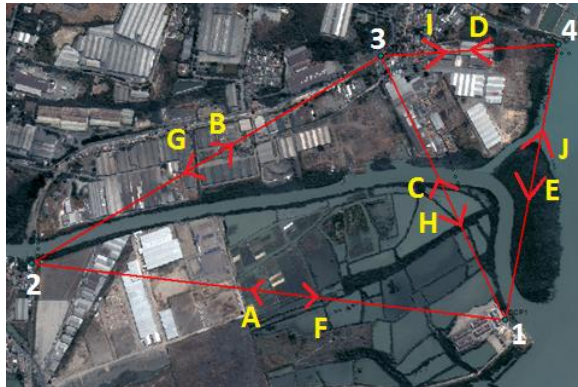
- Abidin, H.Z, 2002. Survei dengan GPS. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Arief, A. 2003. Hutan Mangrove, Fungsi dan Manfaatnya. Kanisius Yogyakarta.
- Badan Perencanaan dan Pembangunan Kota. Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) Kota Surabaya 2010. Pemerintah Kota Surabaya. Surabaya.
- Badan Informasi Geospasial. 2014. Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. Cibinong-Bogor.
- Bengen,D G.2002.Sinopsis Ekosistem dan Sumberdaya Pesisir dan Laut Serta Prinsip Pengelolaannya. Cetakan Kedua.Bogor:Pusat Kajian Sumber Daya Pesisir dan Lautan, Institut Pertanian Bogor.
- Bengen, DG, 2004. Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir dan Laut serta Prinsip Pengelolaannya. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. IPB. Bogor.
- Danoedoro, Projo.1996.Pengolahan Citra Digital : “Teori dan aplikasinya dalam bidang Penginderaan Jauh”. Fakultas Geografi UGM : Yogyakarta.
- Departemen Kehutanan. 2003. Buku Panduan Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial. Penerbit Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Dinas Pertanian Kota Surabaya, 2010
- Hardjowigeno, S. 1992. Ilmu Tanah. Mediyatama Sarana Perkasa,Jakarta.
- Indica, Mangifera. 2010. *Perubahan Luasan Mangrove dengan Teknik Penginderaan Jauh di Taman Nasional Sembilang Kabupaten Banyuasin Propinsi Sumatera Selatan*. Palembang : Teknik Kelautan FMIPA Universitas Sriwijaya.

- Kushardono D. 1999. Klasifikasi penutupan/penggunaan lahan dari data inderaja. LAPAN – BPPT, Jakarta. Hal. 167 – 184.
- Kusmana, C. 1995. Manajemen Hutan Mangrove di Indonesia. *Prosiding Simposium Penerapan Ekolabel di Hutan Produksi*. Jakarta, 10-12 Agustus 1995.
- Kovacs, J.M dkk. 2009. “Evaluating The Condition of a Mangrove Forest of The Mexican Pacific Based on an Estimated Leaf Area Index mapping Approach”. *Environ Monit Assess*, 157:137-149.
- Kusumaningrum, T.E.2013. Analisa Kesehatan Vegetasi Mangrove Berdasarkan Nilai *Normalized Difference Vegetation Index*(Ndvi) Menggunakan Citra Alos. Surabaya : Teknik Geomatika FTSP-ITS
- Landgrebe, D. (2003). *Signal Theory Methods In Multispectral Remote Sensing*. New Jersey: John Willey & Sons Inc.
- LAPAN, 2015. *Spesifikasi Citra Satelit Pleiades*. <http://pusfatekgan.lapan.go.id/wp-content/uploads/2015/02/Informasi-Satelit-PL.pdf>. (diakses November 09, 2016).
- Lillesand T.M., Kiefer R.W., dan Chipman J.W. 2004. *Remote Sensing and Image Interpretation*. Fifth Edition. New York : John Wiley & Sons.
- Macnae,W.,1968.A General Account of the Fauna of the Mangrove Swamps of Inhaca Island, Mozambique.J. Ecol. 50: 93-128.
- Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15. 2014. Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. Bogor: Badan Informasi Geospasial.
- Purwadhi, S.H. 2001. *Interpretasi Citra Digital*. Jakarta: Grasindo.
- Sugiyono, 2007. *Hipotesis Statistik*. Universitas Pendidikan Indonesia.

USGS. 2015. <URL: http://Landsat.usgs.gov/band_designations_Landsat_satellites.php>. Dikunjungi tanggal 1 November 2016, jam 10.22

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 1
Hasil Perhitungan SOF
PLEIADES 1A



Jumlah Baseline : 10
 Jumlah Titik : 4
 N ukuran : Jumlah Baseline \times 3 =30
 N Parameter : Jumlah titik \times 3 = 12
 U : N ukuran - N Parameter =18

Persamaan:

No	Persamaan
1	$V1 + dxA = -X1 + X2$
2	$V2 + dxB = -X2 + X3$
3	$V3 + dxC = -X1 + X3$
4	$V4 + dxD = X3 - X4$
5	$V5 + dxE = X1 - X4$
6	$V6 + dxF = X1 - X2$
7	$V7 + dxG = X2 - X3$
8	$V8 + dxH = X1 - X3$
9	$V9 + dxI = -X3 + X4$
10	$V10 + dxJ = -X1 + X4$

Dari persamaan tersebut diatas, maka didapatkan persamaan sebagai berikut :

No	Persamaan
1	$V1 = -X1 + X2 - dxA$
2	$V2 = -X2 + X3 - dxB$
3	$V3 = -X1 + X3 - dxC$
4	$V4 = X3 - X4 - dxD$
5	$V5 = X1 - X4 - dxE$
6	$V6 = X1 - X2 - dxF$
7	$V7 = X2 - X3 - dxG$
8	$V8 = X1 - X3 - dxH$
9	$V9 = -X3 + X4 - dxI$
10	$V10 = -X1 + X4 - dxJ$

Dari persamaan diatas, maka dapat dituliskan matrik
A

Maka, diperoleh matrik desain A sebagai berikut :

A=

```

-1  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0
0  -1  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0
0  0  -1  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0
0  0  0  -1  0  0  1  0  0  0  0  0  0
0  0  0  0  -1  0  0  1  0  0  0  0  0
0  0  0  0  0  -1  0  0  1  0  0  0  0
-1  0  0  0  0  0  1  0  0  0  0  0  0
0  -1  0  0  0  0  0  1  0  0  0  0  0
0  0  -1  0  0  0  0  0  1  0  0  0  0
0  0  0  0  0  0  -1  0  0  1  0  0  0
0  0  0  0  0  0  0  -1  0  0  1  0  0

```


Maka, nilai Strength of Figure (SoF) nya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{SoF} &= [\text{Trace}(\mathbf{A}^T \mathbf{A})^{-1}] / U \\ &= [3.7500] / 18 \\ &= 0.208\end{aligned}$$

Hasil Perhitungan SOF LANDSAT 8



Jumlah Baseline : 14
 Jumlah Titik : 5
 N ukuran : Jumlah Baseline \times 3 = 42
 N Parameter : Jumlah titik \times 3 = 15
 U : N ukuran - N Parameter = 27

Persamaan:

No	Persamaan
1	$V1 + dxA = -X1 + X2$
2	$V2 + dxB = -X1 + X3$
3	$V3 + dxC = -X2 + X3$
4	$V4 + dxD = -X3 + X4$
5	$V5 + dxE = -X2 + X4$
6	$V6 + dxF = X2 - X5$
7	$V7 + dxG = X4 - X5$
8	$V8 + dxH = X1 - X2$
9	$V9 + dxI = X1 - X3$
10	$V10 + dxJ = X2 - X3$
11	$V11 + dxK = X3 - X4$
12	$V12 + dxL = X2 - X4$

13	$V13 + dxM = -X2 + X5$
14	$V14 + dxN = -X4 + X5$

Dari persamaan tersebut diatas, maka didapatkan persamaan sebagai berikut :

No	Persamaan
1	$V1 = -X1 + X2 - dxA$
2	$V2 = -X1 + X3 - dxB$
3	$V3 = -X2 + X3 - dxC$
4	$V4 = -X3 + X4 - dxD$
5	$V5 = X2 - X5 - dxE$
6	$V6 = X2 - X5 - dxF$
7	$V7 = X4 - X5 - dxG$
8	$V8 = X1 - X2 - dxH$
9	$V9 = X1 - X3 - dxI$
10	$V10 = X2 - X3 - dxJ$
11	$V11 = X3 - X4 - dxK$
12	$V12 = X2 - X4 - dxL$
13	$V13 = -X2 + X5 - dxM$
14	$V14 = -X4 + X5 - dxN$

Dari persamaan diatas, maka dapat dituliskan matrik A

Maka, diperoleh matrik desain A sebagai berikut :

A=

-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

0	0	0	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	-1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	1	0	0	0
0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-1
1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0

0	0	0	1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	-1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-1	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0
0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	1

Maka, nilai Strength of Figure (SoF) nya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{SoF} &= [\text{Trace}(A^T A)^{-1}] / U \\
 &= [4.0250] / 27 \\
 &= 0.149
 \end{aligned}$$

Lampiran 2

Meta data Citra Satelit Pleiades 1A

Citra Satelit Pleiades 1A Multispektral

```
<METADATA_FORMAT
version="2.0">DIMAP</METADATA_FORMAT>

<METADATA_PROFILE>PHR_SENSOR</METADATA_PROFILE>

<METADATA_SUBPROFILE>PRODUCT</METADATA_SUBPROFILE>
  <METADATA_LANGUAGE>en</METADATA_LANGUAGE>
</Metadata_Identification>
<Dataset_Identification>
  <DATASET_TYPE>RASTER_SENSOR</DATASET_TYPE>
  <DATASET_NAME
version="1.0">DS_PHR1A_201508280249307_FR1_PX_E112S
08_0924_03654</DATASET_NAME>
  <DATASET_TN_PATH
href="ICON_PHR1A_MS_201508280250045_SEN_1530130101-
002.JPG"/>

<DATASET_TN_FORMAT>image/jpeg</DATASET_TN_FORMAT>
  <DATASET_QL_PATH
href="PREVIEW_PHR1A_MS_201508280250045_SEN_15301301
01-002.JPG"/>

<DATASET_QL_FORMAT>image/jpeg</DATASET_QL_FORMAT>
  <Legal_Constraints>
<Radiometric_Calibration>
  <Instrument_Calibration>
    <Band_Measurement_List>
      <Band_Spectral_Range>
        <BAND_ID>B0</BAND_ID>
        <CALIBRATION_DATE>2011-12-
17T00:00:00.000Z</CALIBRATION_DATE>
        <MEASURE_DESC>Spectral range
value of raw radiometric Band</MEASURE_DESC>

<GEODETTIC_CRS_TYPE>GEOCENTRIC</GEODETTIC_CRS_TYPE>
  <GEODETTIC_CRS_NAME>WGS
1984</GEODETTIC_CRS_NAME>
```

```

<GEODETTIC_CRS_CODE>urn:ogc:def:crs:EPSG::4978</GEOD
ETIC_CRS_CODE>
    <Coordinate_System>
</Coordinate_System>
    <Geodetic_Datum>
        <GEODETTIC_DATUM_NAME>World
Geodetic System 1984</GEODETTIC_DATUM_NAME>

<GEODETTIC_DATUM_CODE>urn:ogc:def:datum:EPSG::6326</
GEODETTIC_DATUM_CODE>
    <GEODETTIC_DATUM_PARAMETERS>On
20/1/2002 WGS 84
(G1150)</GEODETTIC_DATUM_PARAMETERS>
    </Geodetic_Datum>
    <Coordinate_Transformation>
        <CT_NAME>ITRF to WGS84
transformation parameters</CT_NAME>
        <CT_SOURCE_CRS_NAME>ITRF
2005</CT_SOURCE_CRS_NAME>

<CT_SOURCE_CRS_CODE>urn:ogc:def:crs:EPSG::4896</CT_
SOURCE_CRS_CODE>
    <CT_TARGET_CRS_NAME>WGS
1984</CT_TARGET_CRS_NAME>

<CT_TARGET_CRS_CODE>urn:ogc:def:crs:EPSG::4978</CT_
TARGET_CRS_CODE>
<CT_Parameters>
    <CT_PARAMETERS_DESC>7-
Parameter-Helmert-Transformation derived from : X-
axis translation =0m, Y-axis translation=0m, Z-axis
translation=0m, X-axis rotation=0m, Y-axis
rotation=0m, Z-axis rotation=0m, Scale
difference=0</CT_PARAMETERS_DESC>
    </CT_Parameters>
</Coordinate_Transformation>
</Geodetic_CRS>
<Temporal_CRS>
    <CRS_TABLES
version="0.0">ITU</CRS_TABLES>

<TEMPORAL_CRS_NAME>UTC</TEMPORAL_CRS_NAME>
    </Temporal_CRS>
</Coordinate_Reference_System>

```

```

    <Time>
      <Time_Range>
        <START>2015-08-
28T02:50:06.8198180Z</START>
        <END>2015-08-
28T02:50:12.8185940Z</END>
      <INCIDENCE_ANGLE>17.5490904735588</INCIDENCE_ANGLE>
    </Acquisition_Angles>
    <Solar_Incidences>
      <SUN_AZIMUTH
unit="deg">56.40184336237795</SUN_AZIMUTH>
      <SUN_ELEVATION
unit="deg">59.86928630804687</SUN_ELEVATION>
    </Solar_Incidences>
    <Ground_Sample_Distance>
      <GSD_ACROSS_TRACK
unit="m">0.7401171175500554</GSD_ACROSS_TRACK>
      <GSD_ALONG_TRACK
unit="m">0.7564163530178539</GSD_ALONG_TRACK>
    </Ground_Sample_Distance>
  </Located_Geometric_Values>
<Located_Geometric_Values>
  <LOCATION_TYPE>Center</LOCATION_TYPE>
  <TIME>2015-08-28T02:50:09.781Z</TIME>

```

Citra Satelit Pleiades 1A Multispektral

```

<METADATA_FORMAT
version="2.0">DIMAP</METADATA_FORMAT>

<METADATA_PROFILE>PHR_SENSOR</METADATA_PROFILE>

<METADATA_SUBPROFILE>PRODUCT</METADATA_SUBPROFILE>
  <METADATA_LANGUAGE>en</METADATA_LANGUAGE>
</Metadata_Identification>
<Dataset_Identification>
  <DATASET_TYPE>RASTER_SENSOR</DATASET_TYPE>
  <DATASET_NAME
version="1.0">DS_PHR1A_201508280249307_FR1_PX_E112S
08_0924_03654</DATASET_NAME>
  <DATASET_TN_PATH
href="ICON_PHR1A_F_201508280250045_SEN_1530130101-
001.JPG"/>

<DATASET_TN_FORMAT>image/jpeg</DATASET_TN_FORMAT>

```

<DATASET_QL_PATH
href="PREVIEW_PHR1A_P_201508280250045_SEN_153013010
1-001.JPG"/>

<DATASET_QL_FORMAT>image/jpeg</DATASET_QL_FORMAT>

<Legal_Constraints>

TIME>2015-08-28T02:52:54.000000Z</TIME>

</Point>

</Point_List>

</Ephemeris>

<Attitudes>

<ATTITUDES_USED>ACCURATE</ATTITUDES_USED>

<Polynomial_Quaternions>

<OFFSET>10217.46875</OFFSET>

<SCALE>13.0625</SCALE>

<Q0>

<DEGREE>3</DEGREE>

<COEFFICIENTS>0.715565018060572 -

0.00728523978533365 0.000130196903766574

3.17235324505101e-05</COEFFICIENTS>

</Q0>

<Q1>

<DEGREE>3</DEGREE>

<COEFFICIENTS>0.260540046672992

0.00126104177955851 0.00106493700841618 -

3.0495368778045e-05</COEFFICIENTS>

</Q1>

<Q2>

<DEGREE>3</DEGREE>

<COEFFICIENTS>0.522206278114314 -

0.00416063489990534 -0.000746642849199707

1.06648470721113e-05</COEFFICIENTS>

</Q2>

<Q3>

<DEGREE>3</DEGREE>

<COEFFICIENTS>-0.383909080698638

-0.0183825309089696 0.000483498546710504

3.88754490195287e-05</COEFFICIENTS>

<GEOMETRIC_GLIDING>0.04578887713490687</GEOMETRIC_G
LIDING>

<Acquisition_Angles>

<AZIMUTH_ANGLE>181.0490025802189</AZIMUTH_ANGLE>

```

        <VIEWING_ANGLE_ACROSS_TRACK
unit="deg">-
13.36113042684367</VIEWING_ANGLE_ACROSS_TRACK>
        <VIEWING_ANGLE_ALONG_TRACK
unit="deg">-
8.722138838245167</VIEWING_ANGLE_ALONG_TRACK>
        <VIEWING_ANGLE
unit="deg">15.7885732492467</VIEWING_ANGLE>

<INCIDENCE_ANGLE_ALONG_TRACK>11.52441766293254</INC
IDENCE_ANGLE_ALONG_TRACK>

<INCIDENCE_ANGLE_ACROSS_TRACK>13.58957026179391</IN
CIDENCE_ANGLE_ACROSS_TRACK>

<INCIDENCE_ANGLE>17.5490904735588</INCIDENCE_ANGLE>
    </Acquisition_Angles>
    <Solar_Incidences>
        <SUN_AZIMUTH
unit="deg">56.40184336237795</SUN_AZIMUTH>
        <SUN_ELEVATION
unit="deg">59.86928630804687</SUN_ELEVATION>
    </Solar_Incidences>
    <Ground_Sample_Distance>
        <GSD_ACROSS_TRACK
unit="m">0.7401171175500554</GSD_ACROSS_TRACK>
        <GSD_ALONG_TRACK
unit="m">0.7564163530178539</GSD_ALONG_TRACK>
    </Ground_Sample_Distance>
</Located_Geometric_Values>
<Located_Geometric_Values>
    <LOCATION_TYPE>Center</LOCATION_TYPE>
    <TIME>2015-08-28T02:50:09.781Z</TIME>

```

Lampiran 3

Meta data Citra Satelit Landsat 8

```
GROUP = L1_METADATA_FILE
  GROUP = METADATA_FILE_INFO
    ORIGIN = "Image courtesy of the U.S. Geological
Survey"
    REQUEST_ID = "0501506160905_00017"
    LANDSAT_SCENE_ID = "LC81180652015167LGN00"
    FILE_DATE = 2015-06-16T06:35:57Z
    STATION_ID = "LGN"
    PROCESSING_SOFTWARE_VERSION = "LPGS_2.5.1"
  END_GROUP = METADATA_FILE_INFO
GROUP = PRODUCT_METADATA
  DATA_TYPE = "L1T"
  ELEVATION_SOURCE = "GLS2000"
  OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF"
  SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8"
  SENSOR_ID = "OLI_TIRS"
  WRS_PATH = 118
  WRS_ROW = 65
  NADIR_OFFNADIR = "NADIR"
  TARGET_WRS_PATH = 118
  TARGET_WRS_ROW = 65
  DATE_ACQUIRED = 2015-06-16
  SCENE_CENTER_TIME = "02:35:03.4689138Z"
  CORNER_UL_LAT_PRODUCT = -6.18163
  CORNER_UL_LON_PRODUCT = 112.06111
  CORNER_UR_LAT_PRODUCT = -6.17349
  CORNER_UR_LON_PRODUCT = 114.12861
  CORNER_LL_LAT_PRODUCT = -8.29529
  CORNER_LL_LON_PRODUCT = 112.06607
  CORNER_LR_LAT_PRODUCT = -8.28432
  CORNER_LR_LON_PRODUCT = 114.14319
  CORNER_UL_PROJECTION_X_PRODUCT = 617400.000
  CORNER_UL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -683400.000
  CORNER_UR_PROJECTION_X_PRODUCT = 846300.000
  CORNER_UR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -683400.000
  CORNER_LL_PROJECTION_X_PRODUCT = 617400.000
  CORNER_LL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -917100.000
  CORNER_LR_PROJECTION_X_PRODUCT = 846300.000
  CORNER_LR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -917100.000
  PANCHROMATIC_LINES = 15581
  PANCHROMATIC_SAMPLES = 15261
  REFLECTIVE_LINES = 7791
  REFLECTIVE_SAMPLES = 7631
```

```
THERMAL_LINES = 7791
THERMAL_SAMPLES = 7631
FILE_NAME_BAND_1 =
"LC81180652015167LGN00_B1.TIF"
FILE_NAME_BAND_2 =
"LC81180652015167LGN00_B2.TIF"
FILE_NAME_BAND_3 =
"LC81180652015167LGN00_B3.TIF"
FILE_NAME_BAND_4 =
"LC81180652015167LGN00_B4.TIF"
FILE_NAME_BAND_5 =
"LC81180652015167LGN00_B5.TIF"
FILE_NAME_BAND_6 =
"LC81180652015167LGN00_B6.TIF"
FILE_NAME_BAND_7 =
"LC81180652015167LGN00_B7.TIF"
FILE_NAME_BAND_8 =
"LC81180652015167LGN00_B8.TIF"
FILE_NAME_BAND_9 =
"LC81180652015167LGN00_B9.TIF"
FILE_NAME_BAND_10 =
"LC81180652015167LGN00_B10.TIF"
FILE_NAME_BAND_11 =
"LC81180652015167LGN00_B11.TIF"
FILE_NAME_BAND_QUALITY =
"LC81180652015167LGN00_BQA.TIF"
METADATA_FILE_NAME =
"LC81180652015167LGN00_MTL.txt"
BPF_NAME_OLI =
"LO8BPF20150616021146_20150616035015.01"
BPF_NAME_TIRS =
"LT8BPF20150616020749_20150616034618.01"
CPF_NAME = "L8CPF20150401_20150630.03"
RLUT_FILE_NAME =
"L8RLUT20150303_20431231v11.h5"
END_GROUP = PRODUCT_METADATA
GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
CLOUD_COVER = 0.28
CLOUD_COVER_LAND = 0.20
IMAGE_QUALITY_OLI = 9
IMAGE_QUALITY_TIRS = 9
TIRS_SSM_POSITION_STATUS = "NOMINAL"
ROLL_ANGLE = -0.001
SUN_AZIMUTH = 41.32666597
SUN_ELEVATION = 48.80041076
```

```
EARTH_SUN_DISTANCE = 1.0158360
GROUND_CONTROL_POINTS_VERSION = 2
GROUND_CONTROL_POINTS_MODEL = 327
GEOMETRIC_RMSE_MODEL = 7.693
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_Y = 5.474
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_X = 5.406
END_GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 736.54993
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_1 = -60.82453
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 754.23608
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_2 = -62.28506
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 695.02216
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_3 = -57.39515
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 586.08179
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_4 = -48.39883
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 358.65283
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_5 = -29.61767
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 89.19370
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_6 = -7.36564
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 30.06305
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_7 = -2.48262
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 663.28333
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_8 = -54.77415
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 140.16966
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_9 = -11.57526
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_10 = 22.00180
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_10 = 0.10033
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_11 = 22.00180
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_11 = 0.10033
END_GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 1.210700
  REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_1 = -0.099980
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 1.210700
  REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_2 = -0.099980
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 1.210700
  REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_3 = -0.099980
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 1.210700
  REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_4 = -0.099980
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 1.210700
  REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_5 = -0.099980
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 1.210700
  REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_6 = -0.099980
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 1.210700
```



```

    REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_7 = -0.099980
    REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 1.210700
    REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_8 = -0.099980
    REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 1.210700
    REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_9 = -0.099980
END_GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
    QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_1 = 65535
    QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_1 = 1
    QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_2 = 65535
    QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_2 = 1
    QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_3 = 65535
    QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_3 = 1
    QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_4 = 65535
    QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_4 = 1
    QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_5 = 65535
    QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_5 = 1
    QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_6 = 65535
    QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_6 = 1
    QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_7 = 65535
    QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_7 = 1
    QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_8 = 65535
    QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_8 = 1
    QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_9 = 65535
    QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_9 = 1
    QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_10 = 65535
    QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_10 = 1
    QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_11 = 65535
    QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_11 = 1
END_GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
    RADIANCE_MULT_BAND_1 = 1.2167E-02
    RADIANCE_MULT_BAND_2 = 1.2460E-02
    RADIANCE_MULT_BAND_3 = 1.1481E-02
    RADIANCE_MULT_BAND_4 = 9.6817E-03
    RADIANCE_MULT_BAND_5 = 5.9247E-03
    RADIANCE_MULT_BAND_6 = 1.4734E-03
    RADIANCE_MULT_BAND_7 = 4.9662E-04
    RADIANCE_MULT_BAND_8 = 1.0957E-02
    RADIANCE_MULT_BAND_9 = 2.3155E-03
    RADIANCE_MULT_BAND_10 = 3.3420E-04
    RADIANCE_MULT_BAND_11 = 3.3420E-04
    RADIANCE_ADD_BAND_1 = -60.83670
    RADIANCE_ADD_BAND_2 = -62.29752
    RADIANCE_ADD_BAND_3 = -57.40663








```

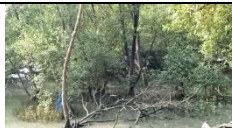

```

RADIANCE_ADD_BAND_4 = -48.40851
RADIANCE_ADD_BAND_5 = -29.62359
RADIANCE_ADD_BAND_6 = -7.36712
RADIANCE_ADD_BAND_7 = -2.48311
RADIANCE_ADD_BAND_8 = -54.78511
RADIANCE_ADD_BAND_9 = -11.57757
RADIANCE_ADD_BAND_10 = 0.10000
RADIANCE_ADD_BAND_11 = 0.10000
REFLECTANCE_MULT_BAND_1 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_2 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_3 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_6 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_7 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_8 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_9 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_ADD_BAND_1 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_2 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_3 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_4 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_5 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_6 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_7 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_8 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_9 = -0.100000
END_GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
K1_CONSTANT_BAND_10 = 774.8853
K1_CONSTANT_BAND_11 = 480.8883
K2_CONSTANT_BAND_10 = 1321.0789
K2_CONSTANT_BAND_11 = 1201.1442
END_GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
MAP_PROJECTION = "UTM"
DATUM = "WGS84"
ELLIPSOID = "WGS84"
UTM_ZONE = 49
GRID_CELL_SIZE_PANCHROMATIC = 15.00
GRID_CELL_SIZE_REFLECTIVE = 30.00
GRID_CELL_SIZE_THERMAL = 30.00
ORIENTATION = "NORTH_UP"
RESAMPLING_OPTION = "CUBIC_CONVOLUTION"
END_GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
END_GROUP = L1_METADATA_FILE END

```

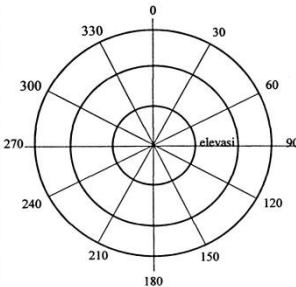
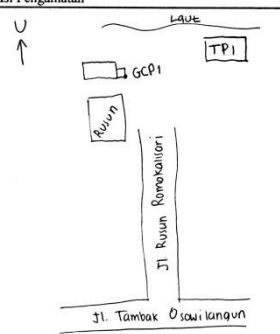
Lampiran 4
Dokumentasi Titik Sampel

Titik	Koordinat		Gambar Titik Sampel	Keterangan
	X	Y		
R1	683.787,79	9.204.064,44		Jenis <i>Avicennia</i> sp.
R2	683.772,81	9.204.058,97		Jenis <i>Rhizophora</i> sp.
R3	683.759,63	9.204.052,30		Jenis <i>Sonneratia</i> sp.
P1	683.545,32	9.204.579,08		Jenis <i>Avicennia</i> sp.
P2	683.539,37	9.204.598,26		Jenis <i>Sonneratia</i> sp.
P3	683.527,46	9.204.613,48		Jenis <i>Rhizophora</i> sp.
K1	683.953,89	9.204.992,23		Jenis <i>Avicennia</i> sp.

K2	683.933,05	9.204.995,54		Jenis <i>Sonneratia</i> <i>sp.</i>
K3	683.914,86	9.204.999,17		Jenis <i>Rhizophora</i> <i>sp.</i>

Lampiran 5

Formulir dan Dokumentasi Pengukuran GCP

FORMULIR PENGAMATAN GPS			
Nama Titik	GCP 1	Hari/Tanggal	16 Maret 2017
Lokasi	Rusun Romokalisari	Pelaksana	Deni Ratnasari Argatyo Prayuda
Antena dan Receiver			
Antena		Receiver	
Tipe	Topcon	Tipe	Topcon
No. Seri		No. Seri	
Pengamatan			
Nama File		Session #ID	
DD/MM/YY(UTC)		Day of Year (DOY)	
Elevation Mask	15 degree	Epoch Interval	
Awal Pengamatan	08:00	Akhir Pengamatan	09:00
Koordinat Pendekatan	Lintang (North/South)	Bujur (East/West)	Tinggi Elipsoid (m)
	9204024, 85	683756, 42	
Tinggi Antena			
Sebelum Pengamatan		Setelah Pengamatan	
Tinggi Miring	Tinggi Tegak	Tinggi Miring	Tinggi Tegak
1.1,300.... (m)	1. (m)	1.1,300.... (m)	1. (m)
2. (m)	2. (m)	2. (m)	2. (m)
3. (m)	3. (m)	3. (m)	3. (m)
Sketsa Detail Lokasi Pengamatan			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  </div> <div style="width: 50%;">  </div> </div>			

FORMULIR PENGAMATAN GPS			
Nama Titik	ICP 1	Hari/Tanggal	16 Maret 2017
Lokasi	Rusun Romokalisari (Tempat Pelelangan ikan)	Pelaksana	Rehita Elizabeth S Diah Agustin
Antena dan Receiver			
Antena		Receiver	
Tipe	Topcon	Tipe	Topcon
No. Seri		No. Seri	
Pengamatan			
Nama File		Session #ID	
DD/MM/YY(UTC)		Day of Year (DOY)	
Elevation Mask	15 degree	Epoch Interval	
Awal Pengamatan	14:30	Akhir Pengamatan	14:45
Koordinat Pendekatan	Lintang (North/South)	Bujur (East/West)	Tinggi Ellipsoid (m)
	9204095,893	693725,068	
Tinggi Antena			
Sebelum Pengamatan		Setelah Pengamatan	
Tinggi Miring	Tinggi Tegak	Tinggi Miring	Tinggi Tegak
1.1.350..... (m)	1. (m)	1.1.350..... (m)	1. (m)
2. (m)	2. (m)	2. (m)	2. (m)
3. (m)	3. (m)	3. (m)	3. (m)
Sketsa Detail Lokasi Pengamatan			



Foto Lokasi Titik GCP 1



Foto Lokasi Titik GCP 4



Foto Lokasi Titik ICP 5

Lampiran 6

Spesifikasi Drone DJI Phantom 3 Advanced



Spesifikasi DJI Phantom 3 Advanced

Berat : (termasuk baterai dan baling-baling): 1280 gr

Kecepatan Maksimal : 16 m/s (ATTI mode, dalam kondisi tidak berangin)

Ketinggian Maksimal : 120 m

Jarak Kontrol Maksimal : Hingga 5 km tanpa halangan

Durasi Penerbangan : 23 menit

Suhu Pengoperasian : 0°C hingga 40°C

Ukuran Diagonal : 350mm

Kamera

Sensor : 12.4 Megapixel

Rentang ISO : 100-3200 (video) dan 100-1600 (photo)

Resolusi Video : 2.7K: 2704 x 1520p 24/25/30 (29.97) ,
FHD: 1920x1080p 24/25/30/48/50/60 , HD: 1280x720p
24/25/30/48/50/60

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Deni Ratnasari yang biasa dipanggil Ratna, dilahirkan di Ponorogo pada tanggal 15 Desember 1994. Anak kedua dari dua bersaudara dari Bapak Suparlan dan Ibu Sumini. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN 1 Semanding (2001-2007), SMPN 1 Jenangan (2007-2010), kemudian melanjutkan di SMAN 1 Ponorogo (2010-2013). Setelah SMA penulis memilih melanjutkan studi S-1 dan diterima di Departemen Teknik Geomatika-FTSP ITS Surabaya pada tahun 2013. Penulis terdaftar dengan NRP 3513100040. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif di organisasi dan menjadi staff Departemen Sosial HIMAGE-ITS periode 2014/2015 dan 2015/2016. Selain itu penulis juga aktif mengikuti pelatihan keterampilan manajemen tingkat Pra-Tingkat Dasar FTSP-ITS, Pelatihan Karya Tulis Ilmiah HIMAGE ITS. Prestasi yang pernah diraih penulis antara lain PKM-PE terdani periode 2016/2017, 10 besar finalis Shopee Campus Competition 2017, Second Winner Shopee Campus Competition 2017. Penulis juga telah melaksanakan Kerja Praktik di Badan Nasional Penanggulangan Bencana pada tahun 2016. Untuk menyelesaikan studi S-1, penulis memilih bidang keahlian Geospasial yaitu Penginderaan Jauh (Remote Sensing).